



**Universidade Federal do Vale do São Francisco
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
Sociedade Brasileira de Matemática**

Alice Valéria Dias Menezes

**A CONTRIBUIÇÃO DOS JOGOS PARA A APRENDIZAGEM DA POTENCIAÇÃO E
RADICIAÇÃO NO 9º ANO: UMA PROPOSTA DE ENSINO.**

Juazeiro - BA
2014



**Universidade Federal do Vale do São Francisco
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
Sociedade Brasileira de Matemática**

Alice Valéria Dias Menezes

**A CONTRIBUIÇÃO DOS JOGOS PARA A APRENDIZAGEM DA POTENCIAÇÃO E
RADICIAÇÃO NO 9º ANO: UMA PROPOSTA DE ENSINO.**

Dissertação apresentada à Comissão Local do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal do Vale do São Francisco–UNIVASF, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Profº Felipe Wergete Cruz

Juazeiro - BA
2014

	Menezes, Alice V. D.
M541c	A contribuição dos jogos para a aprendizagem da potenciação e radiciação no 9º ano: uma proposta de ensino / Alice Valéria Dias Menezes. -- Juazeiro -- BA, 2014.
	xiv; 140f.; il.; 29 cm.
	Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Programa Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, Campus Juazeiro - BA, 2014.
	Orientador: Prof. Dr. Felipe Wergete Cruz.
	Inclui referências.
	1. Potenciação e Radiciação - Ensino Fundamental. 2. Matemática - Jogos. 3. Matemática – Ensino-Aprendizagem. I. Título. II. Cruz, Felipe Wergete. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco
	CDD 510

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF



Universidade Federal do Vale do São Francisco
Mestrado profissional em Matemática em Rede Nacional
PROFMAT/UNIVASF



**A CONTRIBUIÇÃO DOS JOGOS PARA O PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DA POTENCIAÇÃO E RADICAÇÃO
NO 9º ANO: UMA PROPOSTA DE ENSINO**

Por:

ALICE VALÉRIA DIAS MENEZES

Dissertação aprovada em 25 de Setembro de 2014.

Felipe Wergete Cruz

Orientador: Prof. Dr. Felipe Wergete Cruz
(PROFMAT – UNIVASF)

Geida Maria Cavalcanti de Sousa

Profª. Dra. Geida Maria Cavalcanti de Sousa
(Colegiado de Psicologia - UNIVASF)

Elzenita Falcão de Abreu

Profª. Dra. Elzenita Falcão de Abreu
(Colegiado de Psicologia - UNIVASF)

Juazeiro
2014

DEDICO ESTE TRABALHO:

A todos aqueles que acreditaram e apoiaram-me neste sonho, que compreenderam minhas ausências e ajudam-me nesta caminhada incessante de erros e acertos...

Dedico, sobretudo àqueles, que diante de realidades tão adversas, fomes, guerras, doenças, aflições, etc., lutam pelo dom da vida, conseguindo transformar tragédias em recomeços...

Aos professores, que colocam seu coração na arte de lecionar, mesmo que inseridos em contextos totalmente contrários à realização de uma educação de qualidade.

Aos professores de matemática, que não desistem dos seus alunos, mesmo sabendo que “Ensinar Matemática, em qualquer etapa da vida escolar, é um grande desafio para os educadores, ora pela dificuldade da escolha metodológica, ora pelo desinteresse dos alunos ou em algumas situações, onde o aluno demonstra grande inteligência em outras disciplinas e na Matemática, é totalmente o contrário” (BACURY, 2009, p.123).

AGRADECIMENTOS

A DEUS

Bem mais do que eu mesmo, me conheces/ Tu sabes dos segredos do meu coração.
Tu sabes de minhas dores, de meus planos/ Me conheces como a palma de Tua mão.
Esteja eu no mais profundo abismo,/ Na terra mais distante ou no imenso mar,
Esteja eu no vale tenebroso ou em teus átrios a te louvar...
O teu amor me sustentará, a tua graça não me faltará/ Como um selo gravado em meu coração,
Tua vontade em mim se cumprirá/ O teu amor me sustentará, a tua graça me bastará
Atravessarei os desertos, subirei as montanhas/ Se preciso for, pra te seguir, Senhor...
(Missionários Shalom)

AO MEU ESPOSO

Em cada novo dia, que em cada amanhecer/ O meu primeiro olhar encontre sempre o teu.
Em cada madrugada, que em cada anoitecer/ Meu último desejo seja em ti me perder.
Me lançar no mar do teu coração/ Me guardar na segurança de tuas mãos.
Me confiar ao teu amor.
Que em cada novo instante, eu consiga encontrar/ O teu amor constante a me conquistar.
Que em cada novo momento, eu possa corresponder/ Ao teu amor imenso e só por ti viver.
Me entregar confiante ao teu querer/ Desejar somente por ti cada novo dia viver.
Te amar com tudo o que tenho e sou/ Teu amor tão perfeito lança fora todo o meu temor.
Me dá forças pra que em cada novo dia./ Eu viva assim: apaixonado por ti, Jesus.
(Missionários Shalom)

ÀS MINHAS MÃES, FAMÍLIAS E AMIGOS

Quem me dará um ombro amigo / Quando eu precisar?
E se eu cair, se eu vacilar / Quem vai me levantar?
Sou eu, quem vai ouvir você / Quando o mundo não puder te entender
Foi Deus, quem te escolheu pra ser / O melhor amigo que eu pudesse ter
Amigos, pra sempre / Bons amigos que nasceram pela fé
Amigos, pra sempre / Para sempre amigos sim, se Deus quiser
Quem é que vai me acolher / Na minha indecisão?
Se eu me perder pelo caminho / Quem me dará a mão?
Foi Deus, quem consagrou você e eu / Para sermos bons amigos num só coração
Por isso eu estarei aqui / Quando tudo parecer sem solução
Peço a Deus que te guarde / E me dê sua paz...
(Anjos de Resgate)

À SBM, À CAPES, À UNIVASF e AO PROFMAT

Que tanto contribuem para a melhoria da Educação Matemática no Brasil.

AOS COMPANHEIROS DO MESTRADO

Especialmente Carla, Paulo, Everaldo e suas respectivas famílias, que me acolheram durante esta jornada, Edilson, Reginildo, Jurandir, Dantas e Manoel.

ÀS COMUNIDADES CANÇÃO NOVA E SHALOM

Pela oportunidade de aproximar-me daquele que nos criou e nos sustenta.

AOS MÉDICOS E ENFERMEIROS

Dos quais Deus se utiliza para cuidar da minha saúde. E aos pesquisadores, que muito contribuem para os tratamentos contra o câncer.

E, em especial, quero agradecer ao **Prof. Felipe Wergete**, pela colaboração, confiança e compreensão para que fosse possível a realização deste trabalho.

“A importância do jogo está nas possibilidades de aproximar a criança do conhecimento científico, levando-a a vivenciar “virtualmente” situações de solução de problemas que a aproximem daquelas que o homem “realmente” enfrenta ou enfrentou” .
(Manoel Oriosvaldo de Moura, 1994)

A CONTRIBUIÇÃO DOS JOGOS PARA A APRENDIZAGEM DA POTENCIAÇÃO E RADICIAÇÃO NO 9º ANO: UMA PROPOSTA DE ENSINO.

Alice Valéria Dias Menezes

RESUMO

O processo de ensino-aprendizagem da matemática é marcado por diversos problemas, tais como: desinteresse e falta de motivação dos alunos, dificuldade de raciocínio e compreensão de definições matemáticas, discentes dispersos e apáticos na sala de aula, mas aprendizes hiperativos no mundo virtual. Motivada por esses fatores, esta pesquisa objetiva diagnosticar se a utilização de jogos matemáticos auxilia a aprendizagem da **Potenciação e Radiciação** no 9º ano do ensino fundamental. Utiliza como metodologia uma proposta interventiva com aplicação de questionários *a priori* e *a posteriori*, tendo como foco a aplicação de onze jogos. O trabalho foi realizado durante o primeiro bimestre letivo de 2014 no Colégio da Polícia Militar de Pernambuco – Anexo I (Petrolina). Constatou-se que o uso dos **jogos**/atividades lúdicas, quando convenientemente planejados e orientados, torna-se uma alternativa prazerosa, desafiadora e mais atrativa para o processo de ensino-aprendizagem da matemática, contribuindo para aulas mais dinâmicas e participativas, sendo necessários investimentos na disseminação da metodologia de jogos para construção do saber matemático nos diferentes níveis escolares.

Palavras-chaves: Potenciação, Radiciação, Jogos, Ensino-Aprendizagem, Ensino Fundamental.

A CONTRIBUIÇÃO DOS JOGOS PARA A APRENDIZAGEM DA POTENCIAÇÃO E RADICIAÇÃO NO 9º ANO: UMA PROPOSTA DE ENSINO.

Alice Valéria Dias Menezes

ABSTRACT

The mathematics teaching and learning process has a variety of issues to address such as students' lack of interest or motivation, mathematical reasoning and comprehension. In addition, there are teachers with no empathy in class, even though they are great learners and energetic using the Internet. This research is motivated on these challenges to develop a diagnosis of whether or not the use of games was effective to teach **exponentiation** and **root extraction** In the last year of the secondary school. It uses intervening variables in its research methodology, and questionnaires before and after the test applications with eleven different games. The analysis was applied in the first school turn of 2014 at Colégio da Polícia Militar de Pernambuco school – Appendix I (Petrolina). In conclusion, it was noticed that using games and recreational activities are effective, challenging, more appealing and a pleased way to teach and learn mathematics, when well planned and applied. These activities contribute to a more dynamic class and motivates students to participate. Also, it's necessary to spread this kind of methodology as building blocks of the mathematical knowledge through the different school grades.

keywords: exponentiation, root extraction, Games, teaching/learning, secondary school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Jogo de Xadrez (disciplina em muitas escolas particulares).....	23
Figura 2: Tábua Babilônica	41
Figura 3: Parte do <i>papiro Rhind</i> . Depositado no <i>Museu Britânico</i> , Londres.....	42
Figura 4: Problema nº 79 do Papiro de Rhind	42
Figura 5: Representação de um Jogo de Mancala.	46
Figura 6: Jogos de Ludo (adaptação de um jogo de tabuleiro da Índia) e Sudoku.	48
Figura 7: Tabela com Quantidade de Sugestões para Jogos de Potenciação e Radiciação.	55
Figura 8: Quadro Resumo das expectativas de aprendizagem para a educação básica.	58
Figura 9: Legenda utilizada para interpretação do Quadro de Resumo das expectativas de aprendizagem para a educação básica.....	59
Figura 10: Orientações para a abordagem da Potenciação e Radiciação no Bloco Números.	60
Figura 11: Orientações para a abordagem da Potenciação e Radiciação Bloco (Operações).....	61
Figura 12: Texto “A Lenda do Jogo de Xadrez”	64
Figura 13: Orientações para Utilização dos Jogos em Sala de Aula.	76
Figura 14: Cartelas para o Bingo Relâmpago.....	97
Figura 15: Cartelas depois de preenchidas para o Jogo Cartelas Mágicas	98
Figura 16: Tabuleiro para a Corrida da Potenciação	99
Figura 17: Cartela e Tabuleiro para o Jogo Quadrado Mágico das Potências	101
Figura 18: Cartazes para o Jogo QC da NC.....	102
Figura 19: Tabuleiros para o Jogo Quadrados Mágicos	103
Figura 20: Cartelas para o Jogo Quadrados Mágicos.....	103
Figura 21: Cartela para o jogo Casamento dos Bichos	104
Figura 22: Tabuleiro para o jogo Casamento dos Bichos	104
Figura 23: Cartela do Bingo dos Quadrados Perfeitos	105
Figura 24: Cartelas utilizadas no Jogo Atividade Ludo-Pedagógica	106
Figura 25: Cartela para Jogo Atividade Ludo-Pedagógica.....	107
Figura 26: Cartelas para o Jogo Locomotiva Radipoten	108
Figura 27: Locomotiva Radipoten.....	108
Figura 28: Cartelas para o Bingo Radipoten.....	109
Figura 29: Cartelas para o Bingo Radipoten.....	109
Figura 30: Opiniões dos Alunos acerca dos questionários a posteriori.....	114
Figura 31: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori	115
Figura 32: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori	116

Figura 33: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori	117
Figura 34: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori	117
Figura 35: Reportagem sobre o Programa MentelInovadora.....	120
Figura 36: Caderno com Resolução do Jogo Casamento dos Bichos	134
Figura 37: Jogo Casamento dos Bichos (Turma A)	134
Figura 38: Jogo Casamento dos Bichos (Turma B).....	135
Figura 39: Professora explicando o Jogo das Cartelas Mágicas	135
Figura 40: Caderno com resolução do Jogo das Cartelas Mágicas.....	136
Figura 41: Jogo Atividade Lúdica	136
Figura 42: Jogo Corrida da Potenciação	137
Figura 43: Jogo Corrida da Potenciação	137
Figura 44: Resolução do Jogo Quadrado Mágico das Potências	138
Figura 45: Jogo Quadrado Mágico das Potências (Turma A)	138
Figura 46: Jogo Quadrado Mágico das Potências (Turma B)	139
Figura 47: Reportagem sobre O programa MentelInovadora	140

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Identificação de Conteúdos Matemáticos no cotidiano	92
Gráfico 2: Importância da Matemática.....	92
Gráfico 3: Dificuldades na aprendizagem da Matemática	92
Gráfico 4: Notas baixas em Matemática.....	93
Gráfico 5: Dificuldade nas aulas de Matemática	93
Gráfico 6: Dificuldades em situação-problema	93
Gráfico 7: Dificuldade na resolução de situações-problemas	94
Gráfico 8: No decorrer da aula	94
Gráfico 9: Contato com Jogos Matemáticos.....	95
Gráfico 10: Metodologia adotada pelos professores de Matemática	95
Gráfico 11: Utilização dos conhecimentos matemáticos no cotidiano	96
Gráfico 12: Jogos nas aulas de Matemática	110
Gráfico 13: Pontos Positivos - Utilização de Jogos nas aulas de Matemática	110
Gráfico 14: Pontos Negativos - Utilização de Jogos nas aulas de Matemática.....	111
Gráfico 15: Jogos mais significativos	111
Gráfico 16: Jogos menos significativos	112
Gráfico 17: Contribuição dos jogos para o processo de aprendizagem.....	112
Gráfico 18: Jogo(s) mais desafiante(s) ou interessante(s)	113
Gráfico 19: Contribuição para a melhoria da nota em Matemática	113

Lista de Siglas

EJA – Educação de Jovens e Adultos.

LDB – Lei de Diretrizes e Bases.

NCTM - National Council of Teachers of Mathematics (Conselho Nacional de Professores de Matemática Norte-Americanos).

PCM – Parâmetros Curriculares de Matemática do Estado de Pernambuco.

PCSAM – Parâmetros Curriculares em Sala de Aula de Matemática do Estado de Pernambuco.

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais.

PNLD – Programa Nacional de Escolha do Livro Didático.

SAEPE - Sistema de Avaliação do Estado de Pernambuco.

SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática.

SBM – Sociedade Brasileira de Matemática.

TCI – Tecnologias da Informação e Comunicação.

SUMÁRIO

Introdução	15
1. O Ensino da Matemática no Brasil	20
2. Fundamentação Teórica	35
2.1 História da Matemática	35
2.2 História da Potenciação e Radiciação.....	41
2.3 Os jogos e sua inserção nas escolas.....	46
2.3.1 - Orientações de Documentos Oficiais e Livros Didáticos para a Utilização de Jogos em Sala de Aula.....	50
2.3.2 - Orientações de Documentos Oficiais e Livros Didáticos para o Ensino da Potenciação e Radiciação	56
2.4 Jogos Matemáticos como Recurso Didático.....	65
2.5 Revisão da Literatura: Os Jogos nos Trabalhos Acadêmicos.....	77
3. Procedimentos Metodológicos	88
3.1 Objetivos e Métodos	88
3.2 Resultados e Discussão do questionário <i>a priori</i>	90
3.3 Jogos Aplicados.....	96
3.4 Resultados e discussão do questionário <i>a posteriori</i>	110
4. Considerações Finais.....	122
5. Referências Bibliográficas	125
6. Anexos.....	129

Introdução

A matemática está inserida, cada vez mais, nas atividades humanas, sendo primordial para o trabalho e as relações sociais. “A maioria dos estudos e pesquisas realizadas na área de educação matemática partem do pressuposto de que esta disciplina é efetivamente central na formação dos indivíduos e sua inserção social” (LARA, 2003, p.9). Como vivemos num mundo extremamente competitivo e globalizado, que requer conhecimento intelectual e tecnológico associado a uma postura colaborativa e empreendedora, é fundamental auxiliar o discente a desenvolver e empregar suas potencialidades em virtude desse contexto. As tecnologias “constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem nos meios de produção [na qual a habilidade do trabalho em equipe tornou-se imprescindível] e por suas consequências no cotidiano das pessoas.” (PCN, 1998, p. 19).

As pesquisas científicas promovem avanços nas mais diversas áreas do conhecimento, possibilitando o acesso da população. Estamos cercados por televisões, computadores, celulares, aviões, aparelhos tomográficos, GPS, etc. que caracterizam a importância das tecnologias para o atual momento da sociedade na medicina, construção civil, docência, judiciário, etc.

A matemática é um instrumento valioso para a escola proporcionar a interação do educando com esse cenário, tornando o conhecimento mais contextualizado e prazeroso. O aprendizado sistematizado não pode desvincular-se da vida do aluno, já que complementa o seu saber empírico. Para adentrarem no mundo no qual nossos discentes estão inseridos, os professores necessitam interatuar com esses de forma dinâmica.

Nesse contexto, a matemática que se vincula com inúmeras atividades e recursos tecnológicos presentes no cotidiano, também fornece ferramentas para a construção e apreensão do saber científico, mas nem sempre atrelado apenas ao conhecimento empírico.

O que ensinamos na escola não tem como referência apenas a formação para a cidadania ou a preparação para determinados empregos. A produção dos currículos escolares baseia-se principalmente na matemática que vem sendo praticada por grupos de matemáticos que trabalham em universidades, cientistas, engenheiros, técnicos. (SOARES, 2010, p.7-8)

O conhecimento técnico e/ou científico é indispensável à inserção dos alunos no atual parâmetro de exigências profissionais, que requer uma formação voltada à dinamicidade do mercado de trabalho. Mas, deve-se, também, procurar usar o saber matemático para tornar a vida mais prática. Por isso, é fundamental “compreender bem um conteúdo, [pois] saberemos onde melhor se encaixará a sua aplicação” (INFOESCOLA, 2013).

Torna-se comum deparar-se constantemente com desafios pessoais, profissionais e sociais; seja a forma de comprar um carro, a área para especialização, a luta pelo exercício pleno da cidadania, etc. Desenvolver capacidades assertivas para tais decisões no dia a dia é fundamental. E a matemática, por sua estrutura e características, colabora para o desenvolvimento da resolução de situações-problema na escola e fora dela. Segundo Andrini e Vasconcelos (2012, p.21):

Muitas pessoas, na vida adulta, podem não lembrar como utilizar uma propriedade específica descoberta em Geometria ou o processo de resolução de uma equação do 2º grau aprendido em seus tempos de adolescente. No entanto, o aprendizado em Matemática contribui (ou deve contribuir) para que o indivíduo desenvolva estrutura de pensamento que lhe permita, na vida adulta, resolver situações diversas.

Existe uma unanimidade entre os educadores quanto à necessidade de dinamizar o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos matemáticos. A sociedade mudou, e nossos alunos também, e o que era suficiente para ministrar aulas deixou de ser. Então a escola, por vários fatores, perdeu o poder da atratividade, e, com isso, as aulas viraram sinônimo de um fardo para os professores e para os alunos.

A sociedade moderna vive a "era da informação" e, conseqüentemente, a experiência educacional deve ser diversificada uma vez que envolve uma multiplicidade de tarefas. Os alunos necessitam dominar o processo de aprendizagem para o desenvolvimento de suas competências, e não mais absorver somente o conteúdo. Faz-se necessária uma educação permanente,

dinâmica e desafiadora visando o desenvolvimento de habilidades para a obtenção e utilização das informações. (MORATORI, 2003, p.6)

A vida é uma dinâmica de acontecimentos diários com desafios constantes. Diante disso, o presente trabalho visa elaborar uma proposta pedagógica de ensino que contribua para a abordagem da potenciação e radiciação no 9º ano do ensino fundamental, mediante a inserção de jogos no cotidiano escolar, proporcionando dinamismo, desafios, uma maior interação entre os alunos e entre esses e o professor, além de desenvolver vários aspectos atrelados à aprendizagem.

Em se tratando de aulas de matemática, o uso de jogos implica uma mudança significativa nos processos de ensino e aprendizagem que permite alterar o modelo tradicional de ensino, que muitas vezes tem no livro e em exercícios padronizados seu principal recurso didático. O trabalho com jogos nas aulas de matemática, quando bem planejado e orientado, auxilia o desenvolvimento de habilidades como observação, análise, levantamento de hipóteses, busca de suposições, reflexão, tomada de decisões, argumentação e organização, as quais estão estreitamente relacionadas ao assim chamado raciocínio lógico. (SMOLE, DINIZ, MILANI, 2007, p.9)

Os discentes da atual geração convivem com a tecnologia desde muito cedo; por isso se acostumaram à agilidade e interatividade. Diante dessa realidade, o ensino arraigado a um modelo obsoleto de construção do conhecimento (somente aulas expositivas e exercícios repetitivos) e desprovido da dinamicidade e praticidade das tecnologias da informação e comunicação (TIC) desencadeou a falta de interesse e motivação nos alunos. Surgiu, então, a necessidade de dinamizar a forma de ensinar os conteúdos matemáticos, tornando as aulas mais prazerosas e participativas. Nas últimas décadas, os jogos vêm ganhando destaque nos espaços escolares na busca de permear de ludicidade o ambiente de sala de aula. De acordo com Lara (2003, p.21), “a pretensão da maioria dos/as professores/as com a sua utilização é a de tornar as aulas mais agradáveis com o intuito de fazer com que a aprendizagem torne-se algo fascinante”.

Os jogos são estratégias metodológicas discutidas por vários referenciais teóricos e por suas contribuições cognitivas, afetivas e sociais vêm permeando os espaços escolares, desde a infância até a terceira idade. Buscou-se propiciar aos

discentes aulas nas quais a teoria pudesse ser correlacionada a atividades lúdicas, mas cujo intuito fosse fundamentalmente o caráter educativo. É necessário que nossos alunos assumam uma postura ativa e comprometida com o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, o presente trabalho promoveu aulas, que estimularam o envolvimento dos educandos com os conhecimentos teóricos acerca da potenciação e radiciação, usando o dinamismo proporcionado pelos jogos.

Os professores têm conhecimento da importância do emprego dos jogos no ensino da matemática, pois esses assumem, para os educandos, um papel essencial à compreensão e utilização das regras a serem empregadas no processo de ensino-aprendizagem, agregando diferentes aspectos. Porém, a não utilização dos jogos pelos educadores está relacionada a inúmeros fatores: tempo para pesquisa e confecção dos jogos e atividades lúdicas, recurso financeiro, falta de capacitações e orientações pedagógicas, salas numerosas, tempo para aplicação dos jogos, formação acadêmica – os docentes, em sua maioria, são formados em universidades com matrizes curriculares defasadas para a nova realidade educacional e social.

Buscou-se a utilização de jogos e atividades lúdicas para a abordagem da definição e das propriedades da potenciação/radiciação, pois sua relação direta com operações elementares da matemática permite simplificar expressões mais complexas para melhor manipulá-las e, mesmo no ensino médio, tornam-se conteúdos importantes para as disciplinas física, química, biologia e para a própria matemática.

Estamos no ápice do desenvolvimento científico e tecnológico e, em contrapartida, no ápice do descontentamento e insatisfação dos/as nossos/as alunos/as. Assim, temos a função, como educadores/as, de resgatar o desejo de aprender e, mais especificamente, o desejo de aprender Matemática. [...] A aplicação do jogo, trazendo situações do contexto do/a aluno/a, vem contemplar toda a sua gama de conhecimento que foi construída fora da escola e, muitas vezes, é ignorada em sala de aula. (LARA, 2003, p.29)

Com o intuito de minimizar este descontentamento e insatisfação presente no dia a dia da sala de aula, procurou-se diagnosticar se a utilização de jogos matemáticos contribui para a aprendizagem da **Potenciação e Radiciação** no 9ºano. Esse tema nasceu da inquietação docente por aulas mais dinâmicas e da constatação das

dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo, mesmo sendo abordado do 6º ao 9º ano. Essas operações matemáticas são essenciais para assuntos subsequentes; assim, iniciou-se o ano letivo no 9º ano do Colégio Militar de Pernambuco – Anexo I (Petrolina) com o seu estudo, adotando-se os jogos como proposta metodológica. Esta pesquisa insere-se na linha investigativa sobre a contribuição dos jogos no ensino-aprendizagem de potenciação/radiciação, estimulando o discente a assumir o papel de sujeito ativo desse processo, utilizando, para isso, os seguintes instrumentos para coleta de dados: conversas informais, questionários escritos, observações e aplicação de jogos e atividades lúdicas.

O presente trabalho está desenvolvido e estruturado da seguinte forma: o primeiro capítulo aborda o ensino da matemática no Brasil e os desafios docentes. O segundo capítulo traz a fundamentação teórica, divide-se em cinco partes: os fatos marcantes da história da matemática; a evolução histórica da **Potenciação e Radiciação**; a inserção dos jogos nas escolas, tendo como subpartes: PCN's e Livros Didáticos acerca da utilização de Jogos em Sala de Aula, PCN's e Livros Didáticos acerca do Ensino da Potenciação e Radiciação, Jogos Matemáticos como Recurso Didático e Revisão de Literatura. No quarto capítulo, apresentam-se os objetivos, métodos, questionários aplicados com suas respectivas análises e uma proposta metodológica para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem da **Potenciação e Radiciação** no 9º ano do ensino fundamental II mediante a aplicação de onze jogos. O último capítulo expõe as considerações finais baseadas no que foi proposto.

1. O Ensino da Matemática no Brasil

A educação básica oferecida nas escolas, segundo a LDB 9.394/96 e os PCN's/98, deve contribuir para a formação do cidadão e para seu desenvolvimento como ser humano, tornando-o capaz de enfrentar desafios e mudanças no âmbito acadêmico, social e profissional. Dessa forma, a Matemática torna-se uma importante ferramenta para compreensão de fenômenos culturais, políticos, sociais e econômicos.

O seu ensino passa por grandes transformações, o saber estático e baseado em procedimentos pré-determinados vem sendo substituído por um saber contextualizado. Para Dante (2005, p. 21), o ser humano usa conhecimentos matemáticos, mesmo que informalmente, nos mais diferentes contextos no qual está inserido, como medir, comparar, calcular, representar, interpretar e localizar.

É preciso apropriar-se dos conceitos e procedimentos matemáticos com o objetivo de aplicá-los em situações do cotidiano; assim, o saber sistematizado incorpora-se ao saber empírico, e o aluno poderá compreender o mundo à sua volta e atuar nele, observando sua presença nos jornais, revistas, programas culinários, computadores, contas de energia e de telefone, etc.

O avanço tecnológico e científico, o fácil acesso às informações, a competição e a busca da excelência no mercado de trabalho fazem com que os jovens necessitem de um currículo renovado. Há quase duas décadas, foram publicados os PCN's de Matemática do Ensino Fundamental II. Esse documento, as discussões em encontros de professores e os cursos de licenciatura têm refletido a mudança no currículo de Matemática, com o objetivo de atender às frequentes transformações sociais. (PROJETO ARARIBÁ, 2010, p.122)

O processo de ensino-aprendizagem da Matemática deve procurar desenvolver o pensamento numérico, algébrico, geométrico, combinatório e probabilístico nos diversos contextos nos quais se apresentam os conteúdos matemáticos, além de permitir ao discente perceber a conexão da Matemática com outras áreas do conhecimento e investigar maneiras mais práticas de consolidar os conhecimentos adquiridos no âmbito escolar. É preciso levar em conta as etapas de desenvolvimento do ser humano “quando formos planejar o ensino, de modo particular o ensino da matemática, se

quisermos evitar fechar as portas desta ciência para a grande parte das pessoas” (DIENES, 1986 apud ALVES, 2012, p.23).

E na busca de superar os obstáculos que permeiam o ensino da Matemática no Brasil, algumas escolas têm elaborado projetos educativos que contemplam os interesses e necessidades da comunidade escolar local. É preciso, no atual contexto educacional, saber conviver com políticas desgastadas, precárias condições de trabalho, falta de qualificação e valorização dos docentes e, principalmente, com a desmotivação discente oriunda, muitas vezes, de problemas de âmbito familiar. Os professores não possuem condições de aprimorar sua formação e nem recursos para melhorar sua prática pedagógica na sala de aula, apoiam-se nos livros didáticos como principalmente e, às vezes, como único recurso acessível para conduzir o processo de ensino-aprendizagem.

Ao longo das décadas, a quantidade de conteúdos abordados pelos livros passou a ser cada vez mais extenso, desconsiderando uma seleção prévia de assuntos significativos para o meio no qual o aluno está inserido. Segundo os PCN's (1998, p. 22):

Nem sempre são observadas recomendações insistentemente feitas para que conteúdos sejam veículos para a aprendizagem de ideias fundamentais e que devem ser selecionados levando em conta sua potencialidade, quer para instrumentação para a vida, quer para o desenvolvimento de formas de pensar.

Porém, os livros didáticos de Matemática, inicialmente voltados à reprodução de técnicas de cálculos e a muita abstração, vêm passando por grandes transformações e valorizando o saber inserido no cotidiano dos alunos, propiciando, dessa forma, uma aprendizagem significativa. Deve-se ressaltar que são importantes instrumentos de auxílio no processo de ensino-aprendizagem, mas são uma ferramenta que precisa ser utilizada juntamente com outros recursos didáticos.

O ensino contextualizado deve ser valorizado e aprimorado, mas não se pode enfatizar apenas uma matemática utilitária, pois essa visão pode contribuir para que conteúdos matemáticos não contextualizáveis sejam desprezados. É necessário um equilíbrio entre a matemática prática e a abstrata; caso contrário, “muitos conteúdos importantes serão descartados por serem julgados, sem uma análise adequada, que

não são de interesse para os alunos porque não fazem parte de sua realidade ou não têm uma aplicação prática imediata.” (PCN, 1998, p. 23)

As propostas atuais de ensino-aprendizagem propõem uma interação constante entre os conhecimentos dos alunos e do professor; por isso, pesquisas, estudos, palestras e congressos vêm sendo realizados para discutir o papel do docente. Tornou-se imprescindível que o professor conheça o cenário no qual o aluno está inserido, para atuar como mediador do processo de aquisição do saber sistematizado.

O trabalho interdisciplinar vem auxiliando os professores na medida em que vinculam as várias áreas, permitindo aos alunos perceberem a aplicação dos conteúdos de uma área em outra. Mas, deve-se ressaltar que o trabalho interdisciplinar exige dos participantes determinado tempo de estudo para que a proposta se desenvolva satisfatoriamente.

Não é possível fazer interdisciplinaridade sozinho. É trabalho coletivo, de equipe, que pressupõe a inter-relação mútua de mais de um educador. Interdisciplinaridade não é apenas propósito e intenção; é construção lenta, gradual e coletiva. (CAVALCANTI, et. al., 2006, p. 38)

A abordagem de determinados conteúdos matemáticos vem sendo realizada por meio de resolução de problemas. Essa estratégia visa desenvolver e potencializar o raciocínio lógico-matemático do aluno, permitindo-lhe construir sua autonomia e parâmetros diante de situações-problema.

Existem diversos recursos que podem ser usados para enriquecer o ensino e dinamizar o processo de aprendizagem. A utilização da História da Matemática valoriza o aprendizado da disciplina, pois o aluno é levado a compreender seu processo evolutivo como uma necessidade de resolução de problemas, que surgiram ao longo dos séculos nas diversas civilizações do mundo.

Os recursos tecnológicos passam a integrar e auxiliar o ensino das ciências exatas como instrumento incentivador para a aquisição de conhecimento; alguns cálculos demasiadamente cansativos e mecânicos podem ser realizados de forma mais rápida e prazerosa com o uso de calculadoras, computadores, celulares, etc.

No ensino fundamental, são amplamente empregados jogos e brincadeiras para que conteúdos matemáticos sejam assimilados de maneira concreta e divertida, como

se observa na figura 1. É preciso respeitar as regras, o pensamento dos colegas e raciocinar rapidamente. Convém lembrar que “cabe ao professor selecionar brincadeiras e jogos que sejam apropriados às suas turmas e tenham vínculo com os objetivos traçados para a sua disciplina.” (CAVALCANTI, et. Al., 2006, p. 41)

Deve-se salientar que os jogos pedagógicos são apenas instrumentos, não mestres, ou seja, serão úteis somente se acompanhados por alguém que analise o jogo e o jogador, de modo diligente e crítico, que ao ver que tal ferramenta deixou de ser instrutiva e se transformou apenas numa disputa divertida, consiga sutilmente devolver um caminho certo ao aprendiz. Não que um jogo instrutivo não possa ser divertido, muito pelo contrário, se este não o for, tornar-se-á desinteressante e não mais será jogado. (MORATORI, 2003, p.30)

Figura 1: Jogo de Xadrez (disciplina em muitas escolas particulares)



Fonte: www.wikipedia.org/wiki/jogo

A Matemática é uma ciência dinâmica em constante interação que vem contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico; é “fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural” (PCN, 1998, p.5). Por isso, ensinar essa disciplina, nas circunstâncias atuais, requer dos docentes a assimilação de sua essência, que é contribuir para o desenvolvimento da vida humana, além de atuar como mediadora, facilitadora, organizadora e incentivadora do processo de ensino-aprendizagem. Professores e alunos juntos precisam construir conhecimentos matemáticos úteis para o meio social, econômico e tecnológico, pois com a era da informação e da automação contribuem como importante ferramenta aos avanços tecnológicos, seja resolvendo ou auxiliando situações-problema abordadas pelos meios sociais ou técnico-científicos. Dessa forma, de acordo com os PCN’s (1998, p.7-8), os alunos devem, dentre outros aspectos, ser capazes de:

- ✓ Saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimento.
- ✓ Utilizar as diferentes linguagens – verbal, musical, matemática, gráfica, plástica e corporal – como meio para produzir, expressar e comunicar suas ideias, interpretar e usufruir das produções culturais, em contextos públicos e privados.
- ✓ Questionar a realidade formulando problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica selecionando procedimentos e verificando sua adequação.
- ✓ Compreender a cidadania como participação social e política, assim como exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais.
- ✓ Posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais.
- ✓ Desenvolver o conhecimento ajustado de si mesmo, e o sentimento de confiança em suas capacidades afetiva, física, cognitiva, ética, estética, de interrelação pessoal e de inserção social.

O professor é uma peça fundamental no processo de ensino-aprendizagem, atua como desmistificador do saber científico em saber escolar, servindo como elo entre o discente e o conhecimento. É fundamental que o aluno compreenda a vinculação dos conteúdos dentro da própria Matemática e com as outras áreas do saber, para que haja uma aprendizagem significativa, pois as situações-problema expostas não isolam, mas agregam conhecimentos.

A Matemática passou a ser trabalhada nas escolas somente no final do século XVIII, com o advento da Revolução Industrial, pois o sistema de produção e a ascensão do sistema capitalista passaram a exigir cada vez mais conhecimento/instrução dos cidadãos. Seu ensino, porém, baseava-se em abstrações e formalizações que inviabilizavam a aprendizagem por parte dos alunos, mesmo durante as guerras mundiais, momento em que a Matemática tornou-se um saber de extrema necessidade para a supremacia social, política e econômica de alguns países norte-americanos e soviéticos.

A Guerra Fria e a Corrida Espacial impulsionaram os norte-americanos a reformularem o currículo e criarem a Matemática Moderna, baseada na teoria dos conjuntos e em muita abstração, o que acabou enfraquecendo o movimento em apenas uma década.

Nos anos que sucederam 1970, começou em todo o mundo o movimento de Educação Matemática, que passa a considerar a relevância de aspectos pedagógicos e psicológicos para o processo de ensino-aprendizagem.

A Educação Matemática é uma área de estudos e pesquisas que possui sólidas bases na Educação e na Matemática, mas que também está contextualizada em ambientes interdisciplinares. Por esse motivo, caracteriza-se como um campo de pesquisa amplo, que busca a melhoria do ensino-aprendizagem de Matemática. (FLEMMING, LUZ e MELLO, 2005, p.13)

As tendências da educação matemática representam uma forma de trabalho que apontam mudanças no contexto da educação matemática, refletem a maneira de condução do trabalho docente em sala de aula quando produzem resultados favoráveis e acabam por serem utilizadas por muitos professores, na busca por inovação para o trabalho em sala de aula. Dário Fiorentini (1995 apud FLEMMING, LUZ E MELLO, 2005, p.14-15), por meio de uma abordagem histórica, caracterizou o ensino da Matemática ao longo dos anos, relatando que as principais tendências da Educação Matemática são as mesmas da Educação: a Tendência Empírico-Ativista espera que a aprendizagem do aluno esteja vinculada à prática, na qual a matemática é abordada por seus princípios utilitários e por sua ligação com outras ciências; a Tendência Formalista-Moderna foi um movimento influenciado pela Matemática Moderna, com destaque para formalismos e distanciamento da prática; a Tendência Tecnicista volta-se para os recursos e as técnicas no intuito de formar especialistas; a Tendência Construtivista foca a aprendizagem na interação do discente com o meio ambiente, destacando o aprender a aprender e estimulando o pensamento lógico-formal; a Tendência Histórico-Crítica refere-se a uma aprendizagem significativa, quando o educando atribui significado aos conceitos matemáticos e sobre eles consegue formular juízos de valor; a Tendência socioetnocultural “traz uma visão antropológica, social e política da Matemática e da Educação Matemática”, gerando discussões em sala de aula a partir de problemas da realidade.

As atuais tendências da Educação Matemática podem ser utilizadas isoladamente ou associadas. Conforme Flemming, Luz e Mello (2005, p.16-19), dentre essas podem ser caracterizadas: a Educação Matemática Crítica, que fomenta

discussões em sala de aula acerca da democracia, política, cidadania, etc; a Etnomatemática, descrevendo os conhecimentos matemáticos oriundos dos grupos culturais; Informática e Educação Matemática, inserindo os computadores e calculadoras nas aulas com forma de aproximar o que está acontecendo fora e dentro das escolas; a Modelagem Matemática, que busca solucionar desafios da realidade por meio dos conhecimentos matemáticos; a Literatura e Matemática, bastante presentes na educação infantil e ensino fundamental, que, no intuito de promover maior interesse pelos estudos, buscam práticas interdisciplinares; a Resolução de Problemas, que, a partir de problemas simples, migra para os mais complexos e vice-versa, encontrados em livros e textos paradidáticos; a História da Matemática, tida como fonte de inspiração, permite aos alunos compreender a evolução do saber matemático até nossos dias; Jogos e Recreação, estratégias que permitem uma participação do aluno como agente ativo do seu processo de ensino-aprendizagem, tornando as aulas mais dinâmicas e envolventes.

Na prática, os professores utilizam, em sua prática pedagógica, estratégias que envolvem mais de um método. “O mais interessante de todas essas propostas é o fato de que elas se complementam. É difícil, num trabalho escolar, desenvolver a matemática de forma rica para todos os alunos se enfatizarmos apenas uma linha metodológica única” (D’AMBRÓSIO, 1989, p.19). No Brasil, temos a forte presença dos Movimentos da Etnomatemática e da Modelagem. Esse primeiro movimento valoriza as práticas matemáticas de borracheiros, feirantes, vendedores, indígenas, etc. para que os alunos compreendam os conhecimentos matemáticos de forma contextualizada, buscando a junção da realidade cultural e do ensino formal na construção do espírito científico.

A modelagem aborda a realidade na qual está inserido o modelo que procura analisar e refletir, é o “processo de passagem do global para o local e do local para o global, a partir de representação” (DANTE, 2005, p. 26), sempre valorizando os acontecimentos reais do cotidiano do aluno.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais criaram novos paradigmas para a educação nacional e perspectivas transformadoras no processo de ensino-

aprendizagem. Os guias que orientam os professores das mais diversas áreas passaram a valorizar os vários aspectos sociais, culturais e econômicos nos quais os alunos estão inseridos, com “a intenção de ampliar e aprofundar um debate educacional que envolva escolas, pais, governos e sociedade deu origem a uma transformação positiva no sistema educativo brasileiro” (PCN’s, 1998, p.18).

Um aspecto relevante abordado pelos PCN’s são os temas transversais, que vinculam temas como ética, saúde, meio ambiente, orientação sexual, pluralidade cultural, trabalho e consumo com conteúdos matemáticos, procurando contribuir para a formação cidadã dos discentes e criar condições pedagógicas que permitam, aos jovens, o acesso aos conhecimentos necessários ao exercício da cidadania.

Todavia, o Brasil precisa de mais investimentos em educação para melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes. Falta formação aos professores para aprofundarem, refletirem, discutirem e estudarem os aspectos mais relevantes do processo de ensino e das práticas pedagógicas, principalmente para os docentes de disciplinas de baixíssimos rendimentos. Portanto, é necessário uma prática reflexiva, formação continuada e recursos financeiros para subsidiarem uma educação de qualidade, para que se possam resolver os grandes problemas vinculados ao processo de ensino-aprendizagem brasileiro.

É nesse contexto que o jogo ganha um espaço como ferramenta ideal da aprendizagem, na medida em que propõe estímulo ao interesse do aluno. O jogo ajuda-o a construir suas novas descobertas, desenvolve e enriquece sua personalidade e simboliza um instrumento pedagógico que leva o professor à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem. (MORATORI, 2003, p.7)

Aplicar os muitos recursos e estratégias didático-metodológicas expostas pelos PCN’s e pelos estudiosos voltados à área educacional e psicopedagógica, visa contribuir para uma educação formadora de pessoas que atuem na sociedade como cidadão, exercendo seus direitos e deveres. Nesse contexto, destaca-se o trabalho de Howard Gardner e sua equipe da Universidade de Harvard, que desenvolveram, a partir de 1983, a Teoria das Múltiplas Inteligências, “ênfatizando que o ser humano não é criatura restrita a uma ou duas únicas aptidões, como antes se pensava, mas um ser

pensante capaz de manifestar-se por meio de diferentes inteligências e expor seu aprendizado através de inúmeras linguagens” (ANTUNES, 2012, p.23). Essas ideias chegaram ao Brasil em 1994, foram divulgadas em publicações oficiais do Ministério da Educação e Cultura e influenciaram diversos educadores, inclusive a construção dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Trabalhar inteligências múltiplas significa pensar o ser humano de forma integral, olhar o aluno por suas admiráveis competências linguísticas e matemáticas, mas também pelo que pode realizar com suas outras, muitas outras, inteligências. (ANTUNES, 2012, p.15-16)

A escola brasileira, de maneira geral, ainda rotula como pessoa inteligente aquela que possui competências principalmente nas disciplinas de português e matemática, desvalorizando outros saberes. Essa realidade ainda acontece em muitos lugares, pois, mesmo com a importância que se atribui a outras disciplinas do currículo, avaliações internas e externas continuam passando pelo crivo do domínio linguístico e matemático, como por exemplo, a Prova Brasil e o Sistema de Avaliação de Estado de Pernambuco (Saepe).

Os desafios enfrentados pelo professor não são poucos: formação continuada, falta de tempo, salários defasados, inexistência de grupos de trabalho contínuos, cumprimento do currículo, compreensão pedagógica e psicológica da aprendizagem, adesão dos alunos a metodologia empregada, etc. De acordo com Bianchini (2011, p.7), o maior desafio dos educadores é “preparar os jovens para uma atuação ética e responsável, balizada por uma formação múltipla e consistente”.

DESAFIOS PARA O DOCENTE

O mundo está em constantes e rápidas mudanças, são novas tecnologias e invenções, modernos conceitos e, com isso, desafios contemporâneos. Por isso, o professor deve reconhecer que é extremamente importante, procurando manter-se sempre atualizado. “Entre os maiores desafios para a atualização pretendida no

aprendizado de Ciência e Tecnologia, [...], está a formação adequada de professores,..." (PCN, 1998, p. 263).

Tanto o professor como o aluno vivem numa sociedade caracterizada pela informação, globalização e investigação, no qual ambos possuem acesso às constantes descobertas científicas e, portanto, estão no mesmo patamar de aquisição às informações divulgadas em jornais, revistas, internet, etc. Muitos termos usados pelo professor em sala de aula já são do conhecimento dos alunos, mesmo sem saberem aplicá-los em determinados conteúdos matemáticos. Por isso, é necessário valorizar o conhecimento que o discente traz para a sala de aula. O grande e rápido desenvolvimento da tecnologia que chega ao dia a dia da sociedade, por meio de computadores, internet e celulares têm grandes e estreitas ligações com a Matemática. Para acompanhar essa rápida mudança, o professor deve se manter bem atualizado.

Considerando que a escola não é mais a única referência de construção, acesso e difusão do conhecimento, hoje na Sociedade da Informação, o papel da educação vem se modificando e, os desafios a ela apresentados conduzem a um repensar do processo educativo dentro e fora da sala de aula, pois hoje a escola se depara com aprendizes mais autônomos, criativos e ativos, demandando novas formas de fazer educação. O educador não mais será visto na sua práxis pedagógica, como a única fonte de informação, mas como o mediador, aquele que esclarecerá dúvidas e indicará novos e vários caminhos para o desenvolvimento da aprendizagem do educando num movimento constante de ensinar e aprender. (SALES, 2014, p.8)

O bom profissional não para no tempo, ele deve estar sempre à procura de novos meios para a sua qualificação. Com o professor também é assim, ele está sempre aprendendo coisas novas, quer com o aluno na sua própria vivência de sala de aula, quer consultando grupos de pesquisas ou publicações (livros, revistas, jornais), ou, ainda, trocando ideias e experiências em cursos, feiras, seminários, encontros e congressos. Toda essa busca de conhecimento e aperfeiçoamento deve contribuir para o bom andamento do trabalho do professor, e é isso que chamamos de Formação continuada, na qual o maior desafio é proporcionar condições para que os educandos conquistem certa igualdade na aquisição dos conteúdos e habilidades escolares.

Ensinar visando ao treinamento para as provas é menos desgastante que assumir uma postura investigativa, pois requer do professor "capacidade de articular o

que vai brotando com o que está prescrito. Parece ser um caminho mais difícil, uma vez que não está predeterminado” (SOARES, 2010, p.19). Buscar sucesso nos testes e competições por emprego é algo que precisa ser equilibrado com os objetivos da educação, que perpassa pela atuação de uma cidadania crítica perante os acontecimentos sociais.

O aluno deve ser o principal agente motivador na formação continuada do professor, pois, no seu cotidiano, depara-se com inúmeras situações em que os alunos apresentam certo grau de dificuldades em determinados conteúdos matemáticos. A maioria deles carrega, durante algumas séries, essas dificuldades, que vão se acumulando, chegando a criar, em alguns, uma imensa aversão à disciplina. Assim, grande parte dos discentes não adquire a base necessária de conteúdos que são pré-requisitos para outros aprendizados.

Segundo Starepravo (2009, p.13), a maioria de seus alunos dos cursos de Pedagogia ou Normal Superior sente um alívio pela escolha, “por afastá-los da disciplina que sempre foi a mais difícil e que mais lhes causou frustrações: a Matemática.” Portanto, muitas vezes, o professor já é fruto de um ensino-aprendizagem desgastante e, por conseguinte, repassa, aos seus alunos, o não gostar pela disciplina ou evita abordar certos conteúdos, sendo a Educação Infantil e Ensino Fundamental I representados, em geral, pela docência de um único professor para lecionar todas as disciplinas.

O resultado disso é verificado nas salas de aula de Educação Infantil e das séries iniciais. Muitas vezes a matemática é deixada de lado, deixada para depois. A *prioridade* é alfabetizar. Assim a Matemática pode esperar um pouquinho. E quando é trabalhada, consiste no ensino de sequências numéricas, de algoritmos, de fórmulas, de nomenclaturas, enfim, acaba ficando muito parecida com aquilo que vivenciamos quando éramos estudante. A grande novidade consiste no uso dos materiais de manipulação (comumente denominados, na escola, de materiais concretos), os quais nem sempre correspondem às expectativas neles depositadas. (Ibid.)

Para promover o aprendizado significativo, o professor precisa lidar, muitas vezes, sozinho, com inúmeros problemas da educação, bem como do ensino da matemática: O aluno não tem a base necessária para o aprendizado de novos conteúdos; O aluno acha a Matemática uma disciplina muito difícil, diz que não

consegue aprender e cria certo bloqueio. Apresentando, às vezes, aversão não só à disciplina, mas também ao professor, o aluno apresenta uma grande desmotivação para os estudos, principalmente para a matemática; O aluno apresenta problemas familiares e/ou psicológicos que acabam por afetar o processo de aprendizagem.

“Aprender é algo complexo que não pode ser medido por quantidade de respostas corretas. É tarefa que ninguém pode realizar pelo outro, é algo absolutamente pessoal, mas que ocorre principalmente mediante a troca com outros” (STAREPRAVO, 2009, p.14). É um grande desafio compreender o processo de aprendizagem, uma vez que cada ser humano tem experiências e aspectos intrínsecos próprios, havendo, até mesmo, entre os pesquisadores vários pontos com divergências.

O processo de aprendizagem é repleto de mistérios e pesquisadores da aprendizagem que se reúnem em diferentes correntes. Alguns enfatizam a apreensão de saberes, desconsiderando o meio de cultura no qual o indivíduo vive e outros enfatizam justamente o meio cultural como estímulos ao processo de aprendizagem. “Portanto, talvez a forma mais sensata de enfrentar o dilema de promover a aprendizagem seja focando maior atenção nas atividades a serem trabalhadas a abrir mão da pretensão de controlar o que os alunos aprendem” (SOARES, 2010, p.13).

O professor necessita aperfeiçoar ou ampliar sua metodologia no intuito de minimizar os inúmeros fatores que interferem no processo de ensino-aprendizagem. Esses fatores, quando se referem a conquistar a adesão dos alunos, também não são poucos, segundo Soares (2010, p. 14):

Mesmo professores com muita experiência podem enfrentar problemas com determinadas turmas. O trabalho educativo é muito dinâmico: cada turma tem características únicas, a sociedade evolui em ritmo acelerado, as classes são às vezes muito heterogêneas, os alunos são diferentes conforme a comunidade em que vivem etc. São tantos os fatores que definem a relação professor/alunos que não exageramos quando dizemos que ensinar é um trabalho artesanal.

Os livros paradidáticos podem ser utilizados como uma importante de auxílio; entretanto, é preciso buscar mais. O professor deve estar preparado, usar novas ferramentas, novas metodologias, colocar em prática o que tem aprendido nos cursos,

congressos, encontros, no seu próprio percurso de docente. E mesmo com tudo isso, quando entramos numa sala de aula, afirma Souza (2010, p.16):

Às vezes, o que imaginamos que iria agradar desagradar, às vezes acontece o contrário. Essa incerteza pode nos afetar de maneiras diversas: podemos nos tornar indiferentes ao que sentem os alunos, podemos nos irritar ou ficar frustrados porque não respondem como pensamos que deveriam, mas também podemos considerar essa condição como desafiadora. O que pode ser motivo de incertezas pode também ser excitante. Depende da forma como nos relacionamos com o que é novo, o que nos surpreende. O ofício de ensinar não combina com monotonia.

O professor pode usar recursos como jornais, revistas, folhetos de propaganda e páginas da internet para chamar a atenção do aluno quanto à presença da Matemática no cotidiano e sua utilidade no dia a dia das pessoas. Outro recurso são os vídeos, que têm como finalidade motivar um assunto, complementar um conteúdo, debater um tema ou problematizar a partir de uma situação. Os computadores podem, também, ser um grande aliado do professor no processo de ensino-aprendizagem do aluno. Mas, não se pode esquecer de que, para o professor fazer uso desses recursos de maneira significativa precisa estar capacitado.

Os projetos pedagógicos também podem fomentar a aprendizagem, possibilitando a atuação do aluno nas atividades, por meio da orientação do professor, mas exigindo do discente compromisso e iniciativas próprias. O professor deve, também, estar preparado e a par dos conteúdos interdisciplinares, que envolvem o projeto, e ser capaz de tirar dúvidas dos alunos. Outras disciplinas devem ser, quando possível, incluídas nos projetos educacionais desenvolvidos pela escola, de modo a enriquecê-lo. Os trabalhos coletivos, se bem planejados e bem executados, tendem a fortalecer todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

O aluno por sua vez, precisa sentir-se comprometido com o processo de desenvolvimento matemático, participando das atividades e dos projetos. Ele precisa estar ciente da responsabilidade sobre o desenvolvimento intelectual e perceber que seu aproveitamento depende boa parte do seu desempenho. (NETTO e SOARES, 2002, p.52)

O professor é um dos poucos profissionais que, além do seu local de trabalho, tem a sua casa como um segundo expediente. Ele sempre tem alguma coisa da escola

para fazer em casa, seja preparar aulas, pesquisar, elaborar e corrigir avaliações e, ainda, precisa manter-se atualizado. Para isso, ele precisa saber usar, de maneira sábia, o tempo que tem disponível. O tempo tem sido, em certas ocasiões, um inimigo, para o cumprimento das obrigações e responsabilidades profissionais e pessoais do docente. Na era da globalização, a concorrência sem limite exige que as pessoas sejam cada vez mais competentes e capacitadas em todos os aspectos. A formação continuada, portanto, é tida como um dos fatores essenciais para o crescimento profissional. E para o professor, como um mediador de conhecimento, o preparo e a busca de novos horizontes e novas metodologias tornam-se fundamentais.

Além de cumprir suas responsabilidades profissionais, que não são poucas, alguns professores precisam, devido ao baixo salário, trabalhar em dois ou três turnos, e buscar novos conhecimentos, capacitar-se diante do atual cenário educacional e, principalmente, promover aulas mais dinâmicas com o grande desafio de escassez de tempo. É preciso desdobrar-se para que se possa, inclusive, dar sequência à formação acadêmica. A escolha de conteúdos e a forma de apresentá-los aos educandos necessitam de bom senso, estudos e adaptações. Pois a formação inicial que o futuro professor de matemática obtém na universidade, mescla a matemática acadêmica (científica) com a matemática escolar. Para esta última, de acordo com Bianchini (2011, p.8) é necessário “facilitar a aprendizagem com definições mais descritivas e metodologias adequadas ao nível de escolarização do aluno e proceder à avaliação desse processo são elementos fundamentais da práxis da Matemática escolar”.

Tornar o saber matemático acumulado em um saber escolar, passível de ser ensinado/aprendido, exige que esse conhecimento seja transformado, pois a obra e o pensamento do matemático teórico geralmente são difíceis de serem comunicados diretamente aos alunos. Essa consideração implica rever a ideia, que persiste na escola, de ver nos objetos de ensino cópias fiéis dos objetos da ciência. (PCN, 1998, p.36)

O aperfeiçoamento profissional, diante do contexto social no qual estamos inseridos, obriga-nos à participação de constantes congressos, palestras, leituras, cursos etc. O professor precisa e deve como qualquer profissional estar constantemente aperfeiçoando-se, seja no aspecto matemático, seja no conhecer

pedagógico, para realizar seu trabalho na sala de aula de forma significativa. A falta de tempo é um dos obstáculos mais difíceis de transpor quando se pensa na formação de um grupo de trabalho. O trabalho em equipe é muito enriquecedor em qualquer área profissional, principalmente na área educacional, pois podem ser desenvolvidos planejamentos coletivos, troca de ideias e experiências, compartilhamento de erros e acertos etc.

O currículo a ser cumprido representa um enorme desafio para os professores que precisam segui-lo, alguns bastante extensos e inflexíveis em contrapartida a uma realidade que apresenta turmas com ritmos diferentes e escolas com poucos recursos financeiros e tecnológicos, para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem.

2. Fundamentação Teórica

2.1 História da Matemática

Segundo Paulo Freire (1994 apud ALVES, 2012, p.16), “Todo amanhã se cria num ontem, através de um hoje. De modo que o nosso futuro baseia-se no passado e se corporifica no presente. Temos que saber o que fomos e o que somos para saber o que queremos”. Portanto, o estudo dos fatos marcantes da história da Matemática mostra o patamar evolutivo dessa ciência e a sua importância para o surgimento e desenvolvimento das civilizações.

Os primeiros agrupamentos humanos viviam em pequenos bandos e, para sobreviverem, caçavam animais e colhiam frutos e raízes. Esses grupos de indivíduos foram se estruturando em sociedades e espalhando-se por várias regiões do planeta.

Nessa busca incessante pela sobrevivência, o homem passou a acumular conhecimentos, como o domínio do fogo, da linguagem, da criação de animais, do cultivo de alimento, etc. Foi especificamente da civilização egípcia que se originaram os primeiros vestígios concretos matemáticos, associados às regularidades do rio Nilo. Para tentar evitar a escassez de alimentação, começou-se a praticar uma agricultura bastante rudimentar para sustento da comunidade. Dessa forma, intuitivamente, os egípcios trabalhavam constantemente números, frações e geometria. O conhecimento matemático desse povo chegou aos dias de hoje por meio dos hieróglifos gravados em papiros. (D’AMBRÓSIO, 2012, p.32)

O trabalho com animais, a divisão de terras e as previsões meteorológicas, impulsionaram a aritmética de contagem e os cálculos astronômicos, graças às contribuições dos habitantes que residiam na Babilônia, região localizada na Mesopotâmia entre os rios Tigre e Eufrates. Para controlar os resultados oriundos da prática da agricultura e do pastoreio, foi necessária a realização de contagens, inicialmente, feitas com desenhos e riscos em paredes de cavernas, gravetos, e marcas em ossos, para, posteriormente, iniciar-se o uso de símbolos como forma de registrar as quantidades de alimentos e animais vendidos, trocados ou perdidos. “O

conhecimento matemático dos babilônios está registrado em tabletes de argila, nos quais são impressos marcas na forma de cunha, daí serem chamados caracteres cuneiformes” (D’AMBRÓSIO, 2012, p. 33)

Foram os gregos que, dando continuidade aos trabalhos matemáticos realizados pelos egípcios, incorporaram a esses o pensamento abstrato, fazendo nascer a Matemática Teórica. Assim, originaram-se duas formas de matemática, uma denominada utilitária e a outra abstrata ou teórica, que prevalecem até nossos dias, desafiando-nos a compreensão de ambas.

Os povos egípcios, romanos e maias usavam os jogos para ensinar aos mais jovens valores, conhecimentos, normas e padrões de vida. Porém, com o crescimento do cristianismo, principalmente com sua ascensão no Império Romano, ocorreu a proibição dos jogos, pois esses eram “para uma minoria poderosa, como também para a Igreja, considerados profanos, imorais, delituosos, e sua prática não era admitida de forma alguma” (ALVES, 2012, p.17).

A Matemática e a Filosofia representavam uma mesma linha de pensamento e os movimentos intelectuais das academias realizados por Tales de Mileto, Pitágoras, Sócrates, Platão, Aristóteles, entre outros, contribuíram para que ambas tivessem grande desenvolvimento. Esses estudiosos impulsionavam tais ciências com pesquisas e estudos na área abstrata e prática. Segundo D’Ambrósio (2012, p. 34),

Platão distinguia claramente uma matemática utilitária, importante para comerciantes e artesãos, mas não para os intelectuais, para quem defendia uma matemática abstrata, fundamental para aqueles que seriam os dirigentes, para a elite.

No final do século IV A.C., todo o conhecimento matemático foi organizado na obra de Euclides “Os Elementos”, composta de 13 livros, que reunia os conhecimentos matemáticos até então conhecidos. Com a ascensão do Império romano e o processo de urbanização de suas cidades, enfatizou-se uma matemática predominantemente prática, porque, diferentemente dos gregos, os romanos estavam focados na vida social e política. “Os romanos eram intelectualmente tolerantes, e durante o Império Romano as academias gregas continuaram sua importante obra filosófica e matemática”

(D'AMBROSIO, 2012, p.35), pois os intelectuais que as frequentavam eram politicamente subordinados. O sistema posicional mais antigo, o de base dez, remete-nos à matemática chinesa, ao qual se atribui a origem do ábaco. Infelizmente, por vários motivos, a matemática aí desenvolvida deixou poucos vestígios, devido, principalmente, a constantes queimas de livros.

A Idade Média voltou-se para a cristianização dos povos, com estudos filosóficos no intuito de elevar o nível intelectual dos cristãos e desenvolver um pensamento direcionado à construção de uma teologia cristã. “Os intelectuais cristãos criaram seu próprio espaço, como alternativa às academias gregas, para o importante exercício intelectual de construir uma filosofia: os mosteiros. Não havia espaço para a matemática filosófica de origem grega.” (D'AMBROSIO, 2012, p. 38). Nesse período, a matemática utilitária progrediu bastante, pois se desenvolveram interessantes sistemas de contagem com uso de pedras, dedos e ábacos (importante instrumento na realização de cálculos aritméticos, que passou a ser substituído pela calculadora devido à praticidade desta). A principal escola de matemática, dessa época, foi desenvolvida em Bagdá e contou com a presença de Al-Kwarizmi, que abordou, entre outros temas, redução de termos semelhantes, transposição de termos de uma equação mudando o sinal (marcando o nascimento da álgebra), e resolução de equação de 1º e 2º graus.

Foi com o surgimento das cruzadas, expedições militares organizadas por nobres, que se desencadeou a modernização da Europa e o nascimento das universidades como instituições similares aos mosteiros. Ambos propiciaram, nos séculos XIV e XV, grande desenvolvimento da matemática. Segundo D'Ambrósio (2012, p.42):

Os interesses eram na filosofia e na lógica; na óptica, antecipando a invenção dos telescópios; na navegação, em que se destaca o trabalho dos portugueses. Todos esses conhecimentos que passariam a ser denominados de matemática começaram nessa época a ser organizados com um estilo próprio e a ser conhecidos por especialista.

As navegações portuguesas realizadas no século XV representaram uma importante marca na história da humanidade, ocasionando expansão política, econômica e cultural em diversos países. Tais conquistas custaram tanto a Portugal

como a Espanha grande atraso na incorporação da ciência moderna, pois seus recursos estavam destinados à defesa das terras conquistadas. Nesse período, temos o Renascimento, um resgate das culturas gregas e romanas e que, segundo D'Ambrósio (2012, p. 44):

O aparecimento de academias destinadas à recuperação dessas culturas ... Diferentemente do que acontecia nas universidades, onde o ambiente era fechado aos de fora, aos não titulados, nessas novas academias e em concursos públicos a participação era exclusivamente por mérito. [...] Eram comuns os jogos culturais, com prêmios em dinheiro. Dentre esses, os concursos públicos para a resolução de problemas matemáticos. Algo semelhante ao que se vê hoje em praças públicas de certas cidades, onde pessoas se reúnem para um jogo de truco, damas e xadrez.

Nesse ambiente, desenvolveram-se métodos de resolução de equações de 3º e 4º graus, noções de geometria analítica, introdução de decimais e logaritmos. Um importante estudioso desse período foi Isaac Newton, identificando o início da ciência moderna.

Com o estabelecimento do sistema capitalista e união das propostas científicas e econômicas, tem-se o período da industrialização e, conseqüentemente, o desenvolvimento tecnológico. Deu-se bastante ênfase e impulso ao estudo do cálculo diferencial, abordado principalmente por Newton, Leibniz e Euler. Assim, antes do século XVII, as ciências, de maneira geral, destinavam-se aos filósofos e à alta sociedade e, somente após a Revolução Industrial, a ciência Matemática chega às escolas, baseada na formalização da obra grega de Euclides, tornando-se, pois, inadequada para as aulas no ensino básico.

Durante as guerras mundiais, a Matemática adquire destaque como instrumento de auxílio na elaboração e execução de planos bélicos, porém continuava distante do cotidiano do aluno. Dessa relevância, resultaram, no século XIX, estudos na área da ciência da computação e, no século posterior, grandes avanços na área da informática. Nesse século, também surgiu a educação matemática a partir das indagações acerca do seu ensino. “Os matemáticos da época preocupavam-se em como tornar os conhecimentos mais acessíveis aos alunos e buscavam uma renovação no ensino de Matemática” (FLEMMING, LUZ e MELLO, 2005, p.12).

Os norte-americanos contribuíram para uma reforma do currículo, a fim de formar cientistas e superar os soviéticos, e acabaram por propiciar o surgimento da Matemática Moderna, que enfatizava a teoria dos conjuntos, com enfoque para a parte abstrata, permanecendo longe do entendimento do aluno. De acordo com D'Ambrósio (2012, p. 50):

Lamentavelmente, tudo o que se fala da Matemática Moderna é negativo. Mas sem dúvida foi um movimento da maior importância na demolição de certos mitos então prevalentes na educação matemática. Como toda inovação radical, sofreu as consequências do exagero, da precipitação e da improvisação. Os desacertos, muito naturais e esperados, foram explorados e sensacionalizados pelos “mesmistas” e a Matemática Moderna foi desprestigiada e combatida.

No início do século XX, no intuito de apresentar avanços para a matemática, evidencia-se o trabalho realizado por um grupo de jovens matemáticos franceses com pseudônimo de Nicolas Bourbaki, divulgado em todo o mundo pela Matemática Moderna. Esse exerceu grande influência no desenvolvimento da matemática no Brasil, sobretudo nas décadas de 1940 e 1950.

A matemática, no Brasil, iniciou-se com a vinda dos jesuítas. No período colonial e imperial brasileiro, a matemática era ensinada baseada na educação tradicional portuguesa. Somente em 1808, com a chegada da família real portuguesa, “criou-se uma imprensa, além de vários estabelecimentos culturais, como bibliotecas e um jardim botânico. [...], em 1810, a primeira escola superior” (D'AMBRÓSIO, 2012, p. 51) e no final da década de 90 várias escolas isoladas. Temos na Escola Politécnica de São Paulo, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo e na Universidade do Distrito Federal (transformada em 1937 em Universidade do Brasil) o desabrochar dos primeiros pesquisadores modernos de matemática.

Conforme Flemming, Luz e Mello (2005, p.12), as discussões acerca da Educação Matemática no Brasil surgiram por volta de 1950, mas sua efetivação somente ocorreu com a fundação em janeiro de 1988 da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Na década de 60, surgiram o Grupo de Estudos de Educação Matemática (Geem) em São Paulo, o Geempa em Porto Alegre e o Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (Gepem) no Rio de Janeiro. “O

movimento da Matemática Moderna teve enorme importância na identificação de novas lideranças na educação matemática e na aproximação dos pesquisadores com os educadores.” (D’AMBRÓSIO, 2012, p. 53)

Nos anos que seguem a 1970, começa o importante movimento chamado Educação Matemática, no qual há participação de professores de muitos países organizados em grupos de pesquisa e estudo na tentativa de propiciar aos discentes um currículo menos formal e inter-relacionado com ações de seu cotidiano. Esse movimento contribuiu para a valorização de conhecimentos matemáticos advindos da própria cultura, na qual o aluno está inserido. É inegável que tais conhecimentos são impregnados da diversidade cultural.

No final da década de 90, foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s), que impulsionaram uma discussão em âmbito nacional acerca do processo de ensino-aprendizagem da Matemática. O docente pode enriquecer sua ação pedagógica e realizar trabalhos interdisciplinares espelhando-se nas orientações e propostas trazidas pelos guias PCN’s.

No atual cenário educacional, não podemos deixar de mencionar as novas tecnologias como celulares, vídeos games, tablets, máquinas de calcular, câmeras digitais, computadores, etc. A presença mais forte talvez seja desses últimos, pois são, constantemente, encontrados nos bancos, supermercados, correios, lojas e hospitais. A familiaridade de nossos alunos é enorme com as tecnologias, a Matemática presente somente dos livros perdeu a vez, pois os meios tecnológicos são dinâmicos e interativos.

Assim, o aluno precisa compreender que o avanço tecnológico atual é resultado dos avanços das gerações passadas, e que a Matemática tem diferentes momentos históricos que, interligados, constituem etapas que culminam no aprimoramento das diversas áreas do conhecimento. É necessário que o sistema educativo do país possa valorizar os recursos tecnológicos como ferramentas auxiliares ao trabalho docente e propiciar capacitações voltadas a uma abordagem significativa das metodologias e tendências que podem enriquecer as diversas áreas do conhecimento.

2.2 História da Potenciação e Radiciação.

Em um papiro egípcio que alude ao final do Império Médio (cerca de 2100-1580 a.C.), encontra-se uma das primeiras referências à operação de potenciação: o cálculo do volume de uma pirâmide quadrangular representado por um par de pernas como símbolo para o quadrado de um número. Os babilônios também conheciam a potenciação, pois tábuas antigas, como nos mostra a figura 2, possuíam tabelas contendo potências sucessivas de certos números utilizadas para problemas astronômicos e comerciais. A tabuinha babilônica de argila conhecida como tabuinha de Larsa possui a seguinte tradução:

Figura 2: Tábua Babilônica

	2401 é igual a 49 ao quadrado
	2500 é igual a 50 ao quadrado
	2601 é igual a 51 ao quadrado
⋮	⋮
	3364 é igual a 58 ao quadrado
	3481 é igual a 59 ao quadrado
	3600 é igual a 60 ao quadrado

Fonte: www.matematicanaveia.blogspot.com.br

Em 1855, o advogado e antiquário escocês Alexander Henri Rhind (1833-1863) viajou para o Egito e, em 1858, adquiriu um papiro contendo textos matemáticos. A figura 3 representa um documento egípcio, que data de 1650 a.C., o qual detalha a solução de 85 problemas de regra de três simples, aritmética, frações, cálculo de áreas, volumes, trigonometria básica, progressões, geometria, repartições proporcionais e equações lineares.

Figura 3: Parte do *papiro Rhind*. Depositado no *Museu Britânico*, Londres.



Fonte: <http://www.matematica.br/historia/prhind.html>

O conhecido problema de St. Ives (A caminho de St. Ives encontrei um homem com sete esposas. Todas elas tinham sete sacos e cada saco sete gatos, cada gato sete gatinhos. Gatinhos, gatos, sacos e mulheres, quantos iam para St. Ives?) é semelhante ao problema nº 79 contido no papiro de Rhind, escrito pelo escriba Ahmes referindo-se às primeiras potências do número sete, conforme se observa na figura 4.

Figura 4: Problema nº 79 do Papiro de Rhind

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

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

No contexto matemático, a palavra potência é atribuída a Hipócrates de Quios (470 a.C.), autor do primeiro livro de geometria elementar. Ele denominou o quadrado de um segmento pela palavra *dynamis*, que quer dizer potência. Dessa forma, o significado original da palavra potência era potência de expoente dois, somente depois de algumas décadas, conceberam-se potências de expoente superior.

O matemático e historiador Otto Eduard Neugebauer (1899-1990) conhecido por suas pesquisas referentes à Idade Antiga e Idade Média acerca da história da astronomia e outras ciências exatas, descobriu, em tabletas de argila pertencentes ao museu do Louvre, que os antigos babilônios abordavam problemas sobre sequências como $1 + 2 + 2^2 + \dots + 2^9 = 2^9 + 2^9 - 1$, ou seja, tais povos possuíam conhecimentos avançados de potências.

Segundo BOYER (1989, apud OLIVEIRA E PONTE, 1999, p.29):

Arquimedes (250 a.C.), no seu livro Contador de Areia, pretendia determinar o número de grãos de areia necessários para encher o universo solar, o que para ele consistia numa esfera tendo a Terra como centro e a sua distância ao Sol como raio. Obteve a solução 10^{51} , que não podia ser escrita na numeração utilizada na altura (alfabética), uma vez que apenas permitia escrever números até 10 000 (uma miríade). Arquimedes criou então um novo sistema: considerou os números de 1 a 10^8 , ou seja, até uma miríade de miríade, que se podiam escrever na numeração grega como sendo de primeira ordem; depois, os números de 10^8 até 10^{16} como sendo de segunda ordem, em que a unidade é 10^8 , e assim sucessivamente. Arquimedes utilizou, deste modo, uma regra equivalente à propriedade da multiplicação de potências com a mesma base: $10^{51} = 10^3 \times 10^8 \times 10^8 \times 10^8 \times 10^8 \times 10^8 \times 10^8$.

É por meio de Diofanto (Alexandria, cerca de 250 d.C.) que se inicia a álgebra sincopada, na qual surgem abreviaturas para palavras, quantidades e operações. Diofanto provoca evolução na resolução de equações em relação aos conhecimentos dos egípcios e babilônicos, com a introdução de várias abreviaturas para representar os termos no seu trabalho de maior destaque “Arithmetica”. Usando símbolos conseguiu escrever até a quinta potência.

Os problemas com os quais trabalhava não exigiam potências maiores; assim, Diofanto limitou-se apenas até a sexta potência, nas quais as bases e os expoentes eram números naturais. Porém, também tinha nomes especiais para as primeiras seis potências de expoente negativo.

Alguns séculos depois, o hindu Bhaskara no seu livro “Lilavati” (1150 d.C.) faz referência à construção de potências de ordem superior, usando quadrado e cubo. Segundo Cajori, (1993 apud OLIVEIRA E PONTE, 1999, p.30):

A evidência existente é de que os hindus utilizavam um processo diferente para construir as potências. No caso de Diofanto, Δ^Y seguido de κ^Y representava

ΔK^Y (tal como para nós n^2 seguido de n^3 representa n^5). Mas para os hindus varga-g'hana (quadrado-cubo) indicava a multiplicação dos índices (e portanto n^2 seguido de n^3 significava n^6). Consequente, este processo de construção de potências tornava-se inoperativo para representar potências com expoentes primos. Então, por exemplo, n^5 era escrito como varga-g'hana-gháta, em que gháta significava produto, ou seja, neste caso $n^2 \cdot n^3 = n^5$.

Observa-se, entre os séculos XIII e XVII, a utilização da notação hindu (multiplicativa) e da notação de Diofanto (aditiva), pelos árabes e europeus. A introdução dos coeficientes literais e das suas potências apareceu depois de um período de cerca de mil anos da representação simbólica das potências das variáveis. Os matemáticos que antecederam Viète (Biscaia, 1540-1603) abordavam tanto as constantes como suas potências representadas nas equações pelos respectivos numerais.

Surge o modelo com índices, no qual o símbolo da variável era omitido, colocando-se o número com o índice, que representava seu grau. Segundo Oliveira e Ponte, podemos destacar os trabalhos desenvolvidos por:

✓ Nicole Oresme, bispo da Normandia, que apresentou, em 1360, no seu livro *Algorismus proportionum*, uma teoria das proporções onde incluiu a noção de potência de expoente fraccionário racional. Este é referenciado por diversos historiadores como sendo o primeiro uso de expoentes fraccionários (Boyer, 1989).

✓ Nicolas Chuquet, de Lyon, deu mais uma contribuição importante para a notação das potências. No livro *Le triparty en la science des nombres* (1484), apresentou 12^0 , 12^1 , 12^2 e 12^3 para designar 12 , $12x$, $12x^2$ e $12x^3$. Observa-se, ainda, do seu trabalho o domínio da multiplicação algébrica: multiplica $.12^0$ por $.10^2$ e obtém $.120^2$, ou seja, $12x^0 \times 10x^2 = 120x^2$. Chuquet utilizou também expoentes negativos, por exemplo, escreveu $9x^{-3}$ como $.9^3.m$ (NCTM, 1976).

A presença de coeficientes literais e de duas ou mais incógnitas nas equações levou esse método ao fracasso, pois não cabia mais a omissão da letra correspondente à variável. A notação de potência precisava ser aperfeiçoada. Então se iniciou o período de desenvolvimento da notação moderna da potenciação.

As notações de Viète, Descartes, Hume e Hérigone coexistiram durante o século XVII, ainda sendo criadas outras notações. Podemos dizer que foi Descartes o

precursor da notação moderna das potências, ainda que essa possuísse lacunas, pois se delimitou a abordar os expoentes inteiros positivos. Foi com Isaac Newton (1642-1727), em 1676, numa carta para Oldenburg, secretário da *Royal Society of London*, que se originou o significado dos expoentes negativos e fracionários: “Uma vez que os algebristas escrevem a^2 , a^3 , a^4 , etc., para aa , aaa , $aaaa$, etc., também eu escrevo $a^{1/2}$, $a^{3/2}$, $a^{5/2}$, para \sqrt{a} , $\sqrt{a^3}$, $\sqrt{a^5}$; e escrevo a^{-1} , a^{-2} , a^{-3} , etc. para $1/a$, $1/aa$, $1/aaa$, etc.” (NCTM, 1976 apud OLIVEIRA E PONTE, 1999, p.33)

Dessa forma, a notação moderna para representar potências difundiu-se rapidamente. O conceito de potência apenas como operação aritmética ganhou outra roupagem na carta de Leibniz a Huygens, em 1679, na qual apareciam equações da forma: $x^x - x = 24$ e $x^z + z^x = b$, ou seja, variáveis como expoente. Com a análise infinitesimal, as potências, além de operação aritmética, assumiram papel de funções.

No final do século XX, com a construção rigorosa do conjunto dos números reais, a definição de potência, que precedeu em muitos séculos a sua formalização atual, recebeu seus arremates finais.

A radiciação é definida como a operação inversa à potenciação, sendo assim, usada para representar de forma diferente, uma potência com expoente fracionário. Não se sabe ao certo acerca do símbolo $\sqrt{\quad}$ (radical). “Alguns atribuem essa descoberta aos árabes e o seu primeiro uso a *Al-Qalasadi*, matemático do século XIV” (INFOESCOLA, 2014), contudo esse símbolo só apareceu impresso em 1525 no livro de Álgebra Die Coss do autor Christoff Rudolff, sem apresentar, no entanto, os índices que representam a natureza da raiz. Quanto à escrita do símbolo $\sqrt{\quad}$, acredita-se na semelhança com o r minúsculo da palavra radix ou radicis (raiz em latim) ou a uma invenção arbitrária.

O símbolo criado por Rudolff não teve aceitação imediata nem mesmo na Alemanha, sua terra natal. A letra L (latus, “lado”) era muitas vezes usada. Assim, L 4 representava $\sqrt{4}$ e cL 5, $\sqrt[3]{5}$. Por volta do século XVII o uso do símbolo de Rudolff para raiz quadrada havia se difundido bastante, apesar de ainda existirem muitas variações na maneira de escrever os índices das raízes. Em 1655, John Wallis usou o índice quase como hoje: V^3x para $\sqrt[3]{x}$. A colocação moderna do índice na abertura do sinal do radical foi sugerida por Albert Girard em 1629, mas sua utilização foi se impondo só no século XVIII. O traço que se utiliza atualmente foi usado por René Descarte, em 1637, no seu ‘Géometrie’.

(Revista do Professor de Matemática, 1983 apud ANDRINI E VASCONCELOS, 2013, p. 34)

Portanto, pode-se observar que o moderno conceito de potenciação e radiciação trabalhado hoje em sala de aula resultou de uma construção lenta e gradativa com a contribuição de estudos de vários matemáticos, desencadeando no aperfeiçoamento da matemática e das ciências, intrinsecamente relacionadas a sua evolução com a física, química, biologia, astronomia, etc.

2.3 Os jogos e sua inserção nas escolas.

Estudos da arqueologia assinalam a existência de jogos e competições como elementos presentes em todas as culturas humanas, e muitos dos que se encontram hoje, conforme a figura 5, foram transmitidos de geração para geração como característica cultural de um determinado povo. Não é simples conceituar o jogo, pois esse pode ser entendido de maneira variada, possui especificidades e uma variedade de fenômenos. “Em todos os povos encontramos o jogo, e sob formas extremamente semelhantes, mas as línguas desses povos diferem muitíssimo, em sua concepção” (HUIZINGA, 2011, p.34).

Figura 5: Representação de um Jogo de Mancala.



Fonte: www.wikipedia.org/wiki/jogo

Os jogos tiveram origem na Grécia por meio do filósofo Platão (427-348 a.C.) que os usava para ensinar seus discípulos. Entretanto, com o “progresso do cristianismo na Idade Média, os jogos perderam sua força, pois eram considerados profanos, imorais e desvirtuavam a atenção do homem precavido de fé” (BACURY, 2009, p.94). Somente reapareceram no Renascimento, na passagem da Idade Média

para a Idade Moderna (séculos XIV a XVI), com o desenvolvimento das cidades e do comércio, por meio dos jesuítas e com características educativas. O militar e nobre Ignácio de Loyola sugere o uso dos jogos como auxílio ao processo de ensino e formação dos alunos.

Os jogos educativos remontam aos tempos do Renascimento, mas é por meio da educação infantil que começa a adentrar nas escolas e ganhar espaço como recurso que, além de apoiar o processo de ensino-aprendizagem, torna-o prazeroso e dinâmico.

Entendido como recurso que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa, o brinquedo educativo materializa-se no quebra-cabeça, destinado a ensinar formas e cores, nos brinquedos de tabuleiro que exigem a compreensão do número e das operações matemáticas, nos brinquedos de encaixe, que trabalham noções de sequência, de tamanho e de forma, [...], brincadeiras envolvendo músicas, danças, expressões motora, gráfica e simbólica. (KISHIMOTO, 2011, p.40)

As contribuições de médicos, psicólogos, pedagogos e professores como Rousseau (1712-1777), Pestalozzi (1746-1827), Froebel (1782-1852), Dewey (1859-1952), Montessori (1870-1952), Decroly (1871-1932), Wallon (1879-1962), Makarenko (1888-1939), Freinet (1896-1996), Vygotsk (1896-1934) e Piaget (1896-1980) serviram e servem de pressupostos para embasar o trabalho acerca da utilização de jogos em espaços escolares. Esses passaram por uma melhoria em meados do século XVIII, com o avanço do movimento científico, uma vez que eram usados pela realeza e aristocracia para o aprendizado de ciências. No início do século XX, com o surgimento e expansão das escolas infantis, propagaram-se ainda mais os jogos educativos.

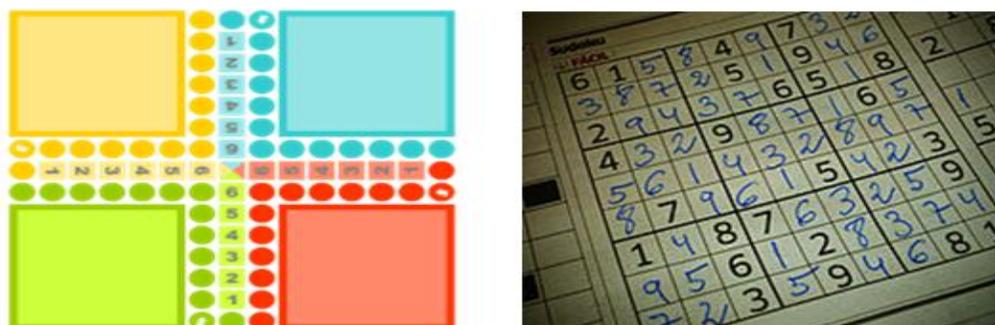
Comênio (1592-1670), filósofo tcheco e criador da Didática Moderna, admitia que a aprendizagem também se dava por meio de brincadeiras. “De lá pra cá, o jogo foi tomando espaço nas discussões teóricas como um possível instrumento de ensino-aprendizagem e assumindo concepções teóricas e formas de inserção no ambiente escolar as mais variadas possíveis” (GRANDO, 2000, p.17). Os avanços e estudos da Psicologia propiciaram embasamento para o trabalho docente, uma vez que permite aos professores conhecerem os componentes que interferem ou favorecem a aprendizagem.

Em 1938, o filósofo Johan Huizinga escreveu o livro *Homo Ludens*, no qual cita que o componente lúdico está no alicerce do surgimento e desenvolvimento das civilizações e que o jogo é algo intrínseco à vida. Para Huizinga (2011, prefácio), é “um fator distinto e fundamental, presente em tudo o que acontece no mundo. [...] é no jogo e pelo jogo que a civilização surge e se desenvolve”. Ainda, complementa sua definição conceituando o jogo como:

Uma atividade ou ocupação voluntária exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente de “vida quotidiana”. (HUIZINGA, 2012, p. 33)

Existem vários conceitos para a definição e classificação de jogos, inclusive tem-se um mesmo jogo praticado com variações, dependendo dos jogadores ou da localidade geográfica e mudanças de regras, que podem originar um novo jogo. A variedade de jogos é imensa, têm-se jogos esportivos, jogos de mesa, jogos de caneta e papel, jogos de carta, jogos de dados, jogos de tabuleiro, jogos eletrônicos, etc. Como se observa na figura 6, alguns jogos como o Ludo e o Sudoku estão presentes no universo infantil, juvenil e adult, seja na forma tradicional como na forma virtual.

Figura 6: Jogos de Ludo (adaptação de um jogo de tabuleiro da Índia) e Sudoku.



Fonte: www.wikipedia.org/wiki/jogo

E não são poucos os jogos que continuam fazendo parte do universo adulto, como as cartas (oriundos do período medieval), xadrez, ludo, dominó, sinuca, futebol, banco imobiliário, pega-varetas (jogado desde o século XIV em cortes europeias), damas etc. A Lei de Diretrizes Bases (LDB) 9 394/96 e os PCN's/98 fundamentam essa

necessidade de valorização dos saberes socialmente construídos pelos alunos e o estabelecimento de uma relação com os conhecimentos curriculares instituídos.

O ser humano, desde seu nascimento, realiza atividades nas quais a ludicidade está impregnada, seja brincando, montando quebra-cabeças, jogos da memória, jogos com bolas, dançando, etc, no intuito de divertir-se e sentir prazer. Mas, a ludicidade além de assumir esse aspecto, também pode tornar-se instrumento interessante na construção do conhecimento. Devido aos avanços da psicologia e neurociência, “o lúdico deixa de ser uma simples atividade descomprometida de resultados, destinada apenas à infância, para algo bastante profundo com base nas fases do desenvolvimento humano” (BACURY, 2009, p. 93). Dessa forma, as atividades lúdicas começam a ganhar espaço nas escolas e, mais tarde, na matemática.

No Brasil, especificadamente, os jogos e brincadeiras resultam de uma miscigenação entre os índios, portugueses, negros e os muitos povos e raças que aqui chegaram. Possuímos um material importante oriundo da herança dos nossos antepassados e que devem ser conservados, apreciados e utilizados na medida em que contribuam para o processo de ensino-aprendizagem dos nossos alunos.

Existem pesquisadores brasileiros com trabalhos acadêmicos embasados teoricamente nos campos da psicologia, pedagogia, sociologia e matemática que enfatizam a importância da prática dos jogos em sala de aula, afirmam que “a educação por meio de atividades lúdicas vem estimulando as relações cognitivas, afetivas, sociais, além de propiciar também atitudes de crítica e criação nos alunos que se envolvem nesse processo” (ALVES, 2012, p.21).

Os jogos em sala de aula objetivam tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e propiciar mais interação entre alunos e entre alunos e professor no estudo dos conteúdos curriculares, por meio da realização de atividades individuais ou em grupo que busquem a execução de tarefas a partir de regras previamente estabelecidas. O ambiente escolar fica mais interessante, pois os jogos conseguem aliar a seriedade advinda dos conhecimentos matemáticos à ludicidade, além de permitir ao docente e aos discentes adentrar nas relações cognitivas, afetivas e sociais. O dinamismo presente na sociedade com seus inúmeros recursos tecnológicos e

audiovisuais, que tanto fascinam nossos alunos, é uma característica encontrada em muitos jogos e que torna a aula participativa e produtiva.

2.3.1 - Orientações de Documentos Oficiais e Livros Didáticos para a Utilização de Jogos em Sala de Aula.

Os PCN's atuam como um referencial para a construção de uma escola voltada à formação de cidadãos no Brasil. Não podemos nos abster da sociedade na qual estamos inseridos, “vivemos numa era marcada pela competição e pela excelência, em que progressos científicos e avanços tecnológicos definem exigências novas para os jovens que ingressarão no mundo do trabalho” (PCN, 1998, p.5). Dessa forma, podemos dizer que:

Os Parâmetros Curriculares Nacionais 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. Com isso, pretende-se criar condições, nas escolas, que permitam aos nossos jovens ter acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como necessários ao exercício da cidadania. (PCN, 1998, p.5)

Os PCN's/98 para o Ensino Fundamental II estão divididos por áreas de conhecimento: língua portuguesa, língua estrangeira, matemática, ciências naturais, história, geografia, arte e educação física. A área de matemática está dividida em quatro ciclos: 1º ciclo (1ª e 2ª séries), 2º ciclo (3ª e 4ª séries), 3º ciclo (5ª e 6ª séries) e 4º ciclo (7ª e 8ª séries). É notório o papel que desempenham para a educação matemática brasileira, dado que afirmam a necessidade de valorizá-la como “instrumento para compreender o mundo à sua volta e de vê-la como área do conhecimento que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problema” (PCN, 1998, p.6-7).

Os PCN's de 5ª a 8ª séries de Matemática (1998, p.42) apresentam na 1ª parte (Matemática no Ensino Fundamental) alguns caminhos para “fazer matemática” na sala de aula, relatando que:

É consensual a ideia de que não existe um caminho que possa ser identificado como único e melhor para o ensino de qualquer disciplina, em particular, da

Matemática. No entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa sua prática. Dentre elas, destacam-se a História da Matemática, as tecnologias da comunicação e os jogos como recursos que podem fornecer os contextos dos problemas, como também os instrumentos para a construção das estratégias de resolução.

Os PCN's (1998, p.47) recomendam o uso de jogos no ensino fundamental como subsídio à aprendizagem da matemática, ressaltando sua contribuição para a formação de atitudes, enfrentamento de desafios, criação de estratégias e desenvolvimento da crítica e resolução de situações-problema.

Os PCM para o Ensino Fundamental e Médio do Estado de Pernambuco (2012, p.16) trazem no segundo capítulo, O Estatuto da Matemática e seu Papel na Educação Básica, que “As atividades matemáticas estiveram, em todas as épocas, entre as formas de interação do ser humano com o mundo físico, social e cultural, em intensidade e diversidade crescentes com a evolução histórica”. As diversas atividades cotidianas e os crescentes avanços tecnológicos demandam de forma imperativa competências matemáticas, “que se tornam mais complexas na medida em que as interações sociais e as relações de produção e de troca de bens e serviços vão sendo diversificadas e intensificadas” (ibid.).

No quarto capítulo, denominado de “Fazer Matemática na Sala de Aula”, os PCM abordam diferentes metodologias para o professor trabalhar em sala de aula, como a resolução de problemas, modelagem matemática, recursos tecnológicos, história da matemática, jogos matemáticos e projetos de trabalhos.

Para os PCM do Estado de Pernambuco (2012, p.35):

A denominação genérica “jogos matemáticos” pretende englobar situações-problema de vários tipos. Entre eles podem ser citados: jogos que envolvam disputa entre duas pessoas ou entre pares, incluindo os clássicos e suas variações, tais como o xadrez, o jogo de damas, o jogo da velha e outros jogos com tabuleiros: o jogo do Nim e suas variantes e o jogo Hex, que têm aparecido cada vez mais nas experiências com jogos matemáticos; quebra-cabeças de montagem ou movimentação de peças, tais como Tangram e os poliminós; os desafios, os enigmas, paradoxos, formulados em linguagem do cotidiano e que requeiram raciocínio lógico para serem desvendados.

De acordo com esse documento, têm-se observado aspectos pedagógicos relevantes na inserção de jogos nas aulas de matemática: a ampliação da dimensão

lúdica, busca de estratégias para solucionar desafios, integração das várias áreas da matemática, compatibilidade com a metodologia de resolução de problemas, aspecto interativo, caráter recreativo, contribuição para atitudes positivas de convivência, relação de inúmeros jogos com ideias e relações matemáticas.

O mesmo documento enfatiza a importância de atividades com jogos para fortalecer a autoconfiança, fundamental ao processo de ensino-aprendizagem. Mas, também ressalta que “as derrotas repetidas e os insucessos frequentes diante dos desafios podem levar a frustrações e reforçar a ideia de incapacidades para compreender os fatos na área da Matemática” (PCM, 2012, p.37).

Os jogos voltados para determinados conteúdos específicos da matemática não são de fácil acesso, faltam materiais que permitam os professores inserirem jogos no ensino fundamental. Conforme os PCM (2012, p.38):

Deve-se advertir, no entanto, que não é uma tarefa fácil trazer os jogos matemáticos para a escola básica. A complexidade de alguns jogos, mesmo aqueles mais comuns, requer, de lado, clareza sobre os vários conceitos matemáticos envolvidos e, de outro, um planejamento do momento e da maneira adequados para a sua utilização no processo de ensino e aprendizagem, para que seja garantida a riqueza conceitual, o prazer em participar da atividade e a conquista da autoconfiança.

Nos livros didáticos, o guia com as orientações para os professores de matemática possuem, como sugestões de recursos didáticos, a história da matemática, resolução de problemas, recursos tecnológicos, atividades com jogos, cálculo mental e estimativa. Assim, surgem questionamentos: de quando e como utilizar jogos e atividades lúdicas nas aulas de matemática? Segundo Bonjorno e Ayrton, “a resposta para essa questão está fundamentada na metodologia da resolução de problemas, que busca o desenvolvimento de uma postura crítica diante de situações-problema”. (2006, p.12)

Os jogos são considerados, por muitos autores de livros didáticos, como um recurso de grande importância pela ludicidade e descontração que proporcionam as aulas. Segundo Souza e Pataro (2012, p.18), “os jogos configuram uma ótima alternativa para estimular a aprendizagem, desenvolvendo habilidades como a

autoconfiança, a organização, a concentração, a atenção, o raciocínio lógico-dedutivo e o senso cooperativo”.

Portanto, o uso dos jogos em sala de aula colabora para uma construção eficaz do conhecimento, permitindo ao aluno uma mudança de rotina e aguçando seu gostar pela matemática, como também colaborar para a minimização das dificuldades.

Os jogos possibilitam não apenas o desenvolvimento do raciocínio, mas o aprimoramento do pensamento matemático, no qual se buscam as melhores estratégias para vencer, potencializando a autonomia de seu pensamento, e averiguação dos erros cometidos que levaram ao fracasso.

O professor deve propiciar um ambiente de discussão e troca de opinião na sala de aula, assumindo uma postura de orientador durante o desenvolvimento dos jogos, auxiliando para a sua melhor condução, de acordo com Bonjorno e Ayrton (2006, p. 9):

O professor deverá assumir uma postura de questionador e observador, não interferindo no processo de construção do conhecimento de seu aluno. Levar o grupo à reflexão, à possibilidade de criação de novas hipóteses e estratégias, fazer questionamento e formular novos problemas.

O jogo pode ser utilizado para detectar, com mais facilidade, os problemas matemáticos dos alunos e como instrumento pedagógico de avaliação, pois, ao jogarem os discentes demonstram naturalmente suas dificuldades inerentes ao conteúdo estudado ou a assuntos já abordados anteriormente. “Os conteúdos trabalhados por meio de jogos possibilitam maior envolvimento com conceitos que se deseja desenvolver, além de estimular o desbloqueio de alguns alunos em relação à matemática, melhorando a motivação pessoal e a autoestima” (BONJORNO E AYRTON, 2006, p.10).

Os jogos apresentam um elo entre a teoria e a prática, e além do dinamismo que provocam na rotina da sala de aula possuem ligação direta com a Matemática, pois possuem normas, instruções, definições, operações, silogismos, desenvolvimento de regras e novos saberes.

A utilização de jogos, nas aulas de matemática, colabora com o desenvolvimento de processos psicológicos básicos, pois favorecem um fazer sem obrigação externa e

imposta, embora demande exigências, normas e controle. Ainda, segundo os PCN's, esses jogos, quando aplicados em grupos, trabalham o cognitivo, o emocional, a moral, o social dos estudantes e estímulo para o desenvolvimento de sua competência matemática.

Segundo Souza e Pataro (2009, p. 19), “para desenvolver uma atividade com jogos em sala de aula, o professor deve elaborar um plano de ação que possibilite a aprendizagem de conceitos matemáticos e culturais de forma geral”. Mas, encontramos um inimigo feroz para a sugestão dada por esses autores, algo que inquieta e atormenta a humanidade na atualidade, a falta de tempo. Os professores possuem uma carga horária excessiva de trabalho e não possuem tempo para a elaboração de jogos, pois esses requerem disponibilidade para pesquisa, amadurecimento, adaptações, confecção e aplicação em sala de aula. Ainda de acordo com Souza e Pataro (ibid.), “é necessário que o professor reserve um horário dentro de seu planejamento, de maneira que permita a exploração de todo o potencial dos jogos, métodos de solução, registros e discussões sobre os diversos rumos que poderão surgir”.

Os jogos representam uma maneira interessante de propor problemas, pois, por meio deles, o docente pode fazer uma abordagem atrativa e favorável à criatividade dos alunos na elaboração de estratégias de resolução e busca de solução.

As atividades de jogos permitem ao professor analisar e avaliar os seguintes aspectos:

- ✓ Compreensão: facilidade para entender o processo do jogo assim como o autocontrole e o respeito si próprio.
 - ✓ Facilidade: possibilidade de construir uma estratégia vencedora.
 - ✓ Possibilidade de descrição: capacidade de comunicar o procedimento seguido e da maneira de atuar.
 - ✓ Estratégia utilizada: capacidade de comparar com as previsões ou hipóteses.
- (PCN, 1998, p.47)

Os PCN's de 5ª a 8ª séries de Matemática (1998) também apresentam, na primeira parte (Matemática no Ensino Fundamental), uma síntese dos princípios norteadores pautados por princípios decorrentes e estudos, pesquisas, práticas e debates desenvolvidos nos últimos anos, cujo objetivo principal é o de adequar o trabalho escolar a uma nova realidade, marcada pela crescente presença dessa área do conhecimento em diversos campos da atividade humana.

Recursos didáticos como livros, vídeos televisão, rádio, calculadoras, computadores, jogos e outros materiais assumem um papel importante no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, eles precisam estar integrados a situações que levem ao exercício da análise e da reflexão. (PCN, 1998, p.57).

É notória a busca pelos professores e coordenadores pedagógicos por materiais vinculados à aplicação de jogos na educação infantil, ensino fundamental e médio, no intuito de relacionar a aprendizagem com situações de ludicidade. Segundo Lara (2003, p.21), “a pretensão da maioria dos/as professores/as com a utilização é a de tornar as aulas mais agradáveis com o intuito de fazer com que a aprendizagem torne-se algo fascinante”.

Este trabalho analisou cinco coleções de livros didáticos utilizados no ensino fundamental II, acerca da abordagem de potenciação e radiciação: Projeto Araribá (Organizadora Editora Moderna), Praticando Matemática (Andrini e Vasconcelos), Matemática (Bianchini), Radix (Jackson Ribeiro), Matemática Fazendo A Diferença (Bonjorno e Ayrton), para observar a ênfase dada aos jogos, seja no próprio corpo do livro ou no manual dos professores. A única coleção que possui, no manual do professor, comentário acerca da importância do jogo, dentre os recursos metodológicos, é a coleção Matemática Fazendo a Diferença. Quanto aos jogos propostos para o conteúdo potenciação e radiciação no manual do professor, construiu-se a tabela abaixo e denominar-se-ão as coleções acima, respectivamente, por coleção I, coleção II, coleção III, coleção IV e coleção V:

Figura 7: Tabela com Quantidade de Sugestões para Jogos de Potenciação e Radiciação.

Coleções	6º Ano	7º Ano	8º Ano	9º Ano
Coleção I	-	-	Duas sugestões	Três sugestões
Coleção II	Duas sugestões	-	Uma sugestão	-
Coleção III	-	-	-	Uma sugestão
Coleção IV	-	-	-	-
Coleção V	-	Duas sugestões	-	-

Fonte: Autora

Portanto, observa-se que é necessário que os autores de livros didáticos, que muito norteiam o desenvolvimento do trabalho do professor em sala de aula, busquem abordar e sugerir a aplicação de jogos paralelamente à parte teórica e aos exercícios. Os jogos constituem-se num recurso didático fundamental para a dinamização do processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, em uma atividade sugerida como bingo pela coleção *Praticando Matemática*, no 6º ano, para abordar a potenciação temos o relato retirado da *Revista do Professor de Matemática* (2008, nº 67, p.1-2):

Em meio às maiores preocupações que permeiam a prática didática, parece ser unânime a opinião dos professores em relação às dificuldades existentes para conquistar o interesse dos alunos nas atividades propostas em sala de aula.

Professora de uma turma de quinta série, cujos alunos eram bastante resistentes as atividades, percebendo as dificuldades que eles possuíam em relação às operações de multiplicação, divisão, potenciação e radiciação, optei por um recurso didático diferente: construí um Bingo das seis operações, pois para que o jogo não fosse considerado difícil pelos alunos, acrescentei, além das operações mencionadas, a adição e subtração.

[...] A mudança na atitude dos estudantes diante do jogo foi notória. O jogo colaborou para transformar o ambiente da sala de aula, ampliando a participação dos estudantes.

Cabe a cada professor, considerando o número de alunos na classe, decidir quantas fichas elaborar e como distribuir os resultados nas cartelas. Um jogo de bingo similar pode ser utilizado em classes do ensino médio, utilizando operações logarítmicas, trigonométricas etc.

2.3.2 - Orientações de Documentos Oficiais e Livros Didáticos para o Ensino da Potenciação e Radiciação

As orientações didáticas, segundo os PCN's de 5ª à 8ª série, para abordar o conceito de potenciação, leva-se em consideração o trabalho com os números naturais por meio de situações que envolvam sucessivas multiplicações de fatores iguais, que são frequentes, por exemplo, nos problemas de contagem. Propõem a construção de tabelas para o aluno identificar as propriedades da potenciação, observando as regularidades das sequências numéricas e compreendendo, dessa forma, a potência de expoente 1 e expoente 0. Nesse mesmo raciocínio, é proposta a abordagem para as

potências de expoente negativo. Ressalta-se a importância da notação científica para trabalhos com números muito grandes ou muito pequenos.

A radiciação está associada à potenciação e, segundo os PCN's, pode ser introduzida por problemas como o da determinação de lado de um quadrado de área conhecida ou da aresta de um cubo de volume dado.

Os PCN's/98 de 5ª a 8ª séries de Matemática apresentam, na 2ª parte, os objetivos de Matemática para o Terceiro Ciclo. Neste, o ensino de Matemática deve visar ao desenvolvimento do pensamento numérico, por meio da exploração de situações de aprendizagem que levem o aluno a “[...] resolver situações-problema envolvendo números naturais, inteiros, racionais e a partir delas ampliar e construir novos significados da adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação” (PCN's,1998, p.64).

Ainda, nesta mesma parte, no tópico conteúdos propostos para o ensino de Matemática é sugerido, pelos PCN's, para o estudo dos conteúdos apresentados no bloco Números e Operações, a importância da proposição de situações-problema que possibilitem o desenvolvimento do sentido numérico e os significados das equações.

Os PCN's (1998, p.72), no tópico Conteúdos Propostos para o Ensino de Matemática no terceiro ciclo, apresentam como conceitos e procedimentos para os números e operações:

- ✓ Compreensão das potências com expoente inteiro positivo como produto reiterado de fatores iguais, identificando e fazendo uso das propriedades da potenciação em situações-problema.
- ✓ Atribuições de significado à potência de expoente nulo e negativo pela observação de regularidades e pela extensão das propriedades das potências com expoente positivo.
- ✓ Compreensão da raiz quadrada e cúbica de um número, a partir de problemas como a determinação do lado de um quadrado de área conhecida ou da aresta de um cubo de volume dado.

Apresentam, na segunda parte, os objetivos de Matemática para o Quarto Ciclo. Nesse, o ensino de Matemática deve visar ao desenvolvimento do pensamento numérico, por meio da exploração de situações de aprendizagem que levem o aluno a “[...] resolver situações-problema envolvendo números naturais, inteiros, racionais e

irracionais, ampliando e consolidando os significados da adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação.” (PCN, 1998, p.81)

Os conhecimentos apreendidos acerca da potenciação e radiciação serão necessários, muitas vezes, para:

- ✓ Construção de procedimentos para calcular o valor numérico e efetuar operações com expressões algébricas, utilizando as propriedades conhecidas.
- ✓ Obtenção de expressões equivalentes a uma expressão algébrica por meio de fatoração e simplificações.
- ✓ Resolução de situações-problema que podem ser resolvidas por uma equação do segundo grau cujas raízes sejam obtidas pela fatoração, discutindo o significado dessas raízes em confronto com a situação proposta. (PCN, 1998, p. 88)

De acordo com os Parâmetros Curriculares de Matemática (PCM) do Ensino Fundamental e Médio do Estado de Pernambuco, os conteúdos devem progredir segundo o avanço escolar, com a abordagem de alguns deles, desde o 1º ano do ensino fundamental I até o 3º ano do ensino médio, totalizando 12 anos de educação básica. O conteúdo de potenciação e radiciação está inserido no bloco Números e Operações e tem, conforme o quadro resumo das expectativas de aprendizagem para a educação básica de Pernambuco, os seguintes parâmetros:

Figura 8: Quadro Resumo das expectativas de aprendizagem para a educação básica.

Números e Operações												
Expectativas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Potenciação												
Radiciação												

Fonte: Parâmetros Curriculares de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio.

Os PCM utilizam a legenda abaixo para esclarecer, ao professor, o sentido de cada cor usada no quadro acima.

Figura 9: Legenda utilizada para interpretação do Quadro de Resumo das expectativas de aprendizagem para a educação básica.

A expectativa não precisa ser objeto de intervenção pedagógica naquela etapa de escolarização, pois será trabalhada posteriormente.
A expectativa deve começar a ser abordada nas intervenções pedagógicas, mas sem preocupação com a formalização do conceito envolvido.
A expectativa deve ser abordada sistematicamente nas intervenções pedagógicas, iniciando-se o processo de formalização do conceito envolvido.
A expectativa deverá ser consolidada como condição para o prosseguimento, com sucesso, em etapas posteriores de escolarização.

Fonte: Parâmetros Curriculares de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio.

Os Parâmetros Curriculares na Sala de Aula de Matemática (PCSAM), lançados em 2013, pela Secretaria de Educação de Pernambuco, são “documentos que se articulam com os Parâmetros Curriculares do Estado, possibilitando ao professor conhecer e analisar propostas de atividades que possam contribuir com sua prática docente no Ensino Fundamental, Ensino Médio e EJA” (PCSAM, 2013, p.13). Representam documentos com temas referentes aos diferentes componentes curriculares, apresentando propostas didáticas, como projetos didáticos, sequências didáticas, jornadas pedagógicas etc. para a sala de aula.

Os PCM devem acompanhar, sistematicamente, o trabalho sugerido pelos PCSAM, pois, enquanto estes organizam-se por blocos e por tópicos de conteúdos, aqueles organizam-se por etapas de escolarização. O objetivo deste documento é que, “independente da etapa em que o professor leciona, ele conheça as orientações dos outros anos e das suas etapas, para se apropriar da lógica interna de construção dos conceitos matemáticos.” (PCSAM, 2013, p.15)

De acordo com os PCSAM de Pernambuco, a potenciação e radiciação estão inclusas nos blocos Números e Operações e devem ser abordadas no ensino fundamental, conforme orientações da figura 10 e 11:

Figura 10: Orientações para a abordagem da Potenciação e Radiação no Bloco Números.

BLOCO: NÚMEROS		
Expectativas de Aprendizagem	Orientações para o ensino	Avaliações das aprendizagens
<p>7º Ano</p> <p>.Compreender o significado da potenciação (com expoente inteiro negativo) como produto reiterado de fatores iguais.</p> <p>.Efetuar o cálculo de potências com expoente inteiro e positivo, inclusive as potências de base 10.</p> <p>.Compreender e utilizar as propriedades da potenciação.</p> <p>.Compreender o significado da raiz quadrada de um número, utilizando quadrados perfeitos para raízes exatas e localização na reta numérica para raízes não exatas.</p> <p>8º Ano</p> <p>.Reconhecer a representação de um número em notação científica, compreendendo a magnitude desse tipo de número.</p> <p>9º Ano</p> <p>.Reconhecer a representação de um número em notação científica, compreendendo a magnitude desse tipo de número.</p> <p>.Resolver e elaborar problemas envolvendo números em notação científica.</p>	<p>7º Ano</p> <p>.Articulação de potências com representação geométrica (expoente 2 ao quadrado e 3 ao cubo).</p> <p>.Abordagem de notação científica com números grandes.</p> <p>.Cálculo de raízes quadradas de números perfeitos.</p> <p>.Relação entre potência 2 e a raiz quadrada de um número.</p> <p>.Cálculo de raízes não exatas de números inteiros, a partir de representações aproximadas na reta numérica.</p> <p>.Estudo das propriedades da potenciação.</p> <p>.Uso da calculadora para validar resultados.</p> <p>8º Ano</p> <p>.Retomar as ideias de potenciação aprendidas no ano anterior.</p> <p>.Determinar potências e revisar suas propriedades.</p> <p>.Trabalhar notação científica e sua representação, assim como transformar da escrita convencional para a notação científica e vice-versa.</p> <p>.Notação científica com expoente negativo.</p> <p>.Pesquisar na internet acerca de distâncias interplanetárias ou grandezas do micro espaço.</p> <p>9º Ano</p> <p>.Retomar as ideias de potenciação aprendidas no ano anterior.</p> <p>.Determinar potências e revisar suas propriedades.</p> <p>.Trabalhar notação científica e sua representação, assim como transformar da escrita convencional para a notação científica e vice-versa.</p> <p>.Pesquisa na internet da aplicação da notação científica no campo das tecnologias, como as unidades</p>	<p>7º Ano</p> <p>.Relacionar a potenciação (com expoente inteiro e positivo) ao produto reiterado de fatores iguais.</p> <p>.Determinar o resultado de uma potência com expoente inteiro e positivo.</p> <p>.Calcular a raiz quadrada exata (radicando até 1000).</p> <p>.Identificar a posição de raízes não exatas num intervalo da reta numérica.</p> <p>8º Ano</p> <p>.Identificar a representação de um número em notação científica.</p> <p>.Reconhecer a magnitude de um número representado em notação científica.</p> <p>9º Ano</p> <p>.Reconhecer a representação de um número em notação científica, compreendendo a magnitude desse tipo de número.</p> <p>.Resolver e elaborar problemas envolvendo números em notação científica.</p>

	<p>usadas para especificar quantidade de memória.</p> <p>.Articular o trabalho com números à história da matemática, às práticas sociais, a aprendizagens anteriores.</p>	
--	---	--

Fonte: Parâmetros em Sala de Aula de Matemática referentes à potenciação e radiciação

Figura 11: Orientações para a abordagem da Potenciação e Radiciação Bloco (Operações).

BLOCO: OPERAÇÕES		
Expectativas de Aprendizagem	Orientações para o ensino	Avaliações das aprendizagens
<p>7º Ano</p> <p>.Resolver e elaborar problemas de estrutura aditiva e multiplicativa com números racionais envolvendo seus diferentes significados, incluindo a potenciação com expoente inteiro positivo, utilizando cálculo mental.</p> <p>.Resolver e elaborar uma expressão aritmética envolvendo várias operações (respeitando a ordem das operações) e sinais de associação (parêntese, colchetes e chaves)</p> <p>8º Ano</p> <p>.Compreender e efetuar cálculos com potências de expoente inteiro.</p> <p>.Resolver uma expressão aritmética envolvendo vários operações, incluindo radiciação e potenciação (respeitando a ordem das operações) e sinais de associação (parênteses, colchetes e chaves).</p> <p>.Resolver e elaborar problemas que envolvam diferentes operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, radiciação).</p> <p>9º Ano</p> <p>.Resolver e elaborar problemas, envolvendo números em notação científica.</p> <p>.Realizar operações com números reais.</p>	<p>7º Ano</p> <p>.O estudo de situações envolvendo operações com frações vai se ampliar em relação ao ano anterior.</p> <p>8º Ano</p> <p>.Iniciar estudo a partir das unidades de capacidade de armazenamento de um computador e compreender o significado dessas medidas.</p> <p>.Resolver problemas que envolvam grandezas expressas em notação científica.</p> <p>.Pesquisas na internet aplicações da potenciação em outras ciências.</p> <p>Articular potenciação à radiciação.</p> <p>.Determinar algumas raízes quadradas exatas e saber posicionar, aproximadamente, raízes não exatas.</p> <p>9º Ano</p> <p>.Compreensão da representação dos números em notação científica.</p> <p>.Retomar as ideias de potenciação aprendidas no ano anterior.</p> <p>.Pesquisas de situações reais em que a matemática</p>	<p>7º Ano</p> <p>.Resolver problemas de estrutura multiplicativa com números racionais, envolvendo diferentes significados, incluindo a potenciação com expoente inteiro positivo.</p> <p>.Resolver uma expressão aritmética, envolvendo várias operações e sinais de associação.</p> <p>8º Ano</p> <p>.Efetuar cálculos com potência de expoente inteiro.</p> <p>.Resolver uma expressão aritmética envolvendo várias operações, incluindo radiciação e potenciação (respeitando a ordem das operações) e sinais de associação (parênteses, colchetes e chaves).</p> <p>.Resolver problemas que envolvam diferentes operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, radiciação)</p> <p>9º Ano</p> <p>.Resolver problemas envolvendo números em notação científica.</p> <p>.Realizar operações com números reais.</p> <p>.Efetuar cálculos com</p>

<p>.Compreender e efetuar cálculos com potência cujos expoentes são inteiros negativos. Compreender e efetuar cálculos com potências de expoente racional. .Resolver e formular problemas que envolvam diferentes operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, radiciação)</p>	<p>se faz presente.</p>	<p>potências cujos expoentes são inteiros negativos. .Efetuar cálculos com potência de expoente racional. .Resolver problemas que envolvam diferentes operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, radiciação)</p>
--	-------------------------	--

Fonte: Parâmetros em Sala de Aula de Matemática referentes à potenciação e radiciação.

Os livros didáticos adotados pelas escolas funcionam como um referencial para o desenvolvimento dos conteúdos trabalhados pelos professores, “desempenham um papel importante, assessorando grande parte desse processo, como organização e encaminhamento da teoria e propostas de atividades e exercícios” (BIANCHINI, 2011, p.10). Segundo Pais (2010, p.1), ele exerce grande influência sobre o processo de ensino e aprendizagem, na medida em que, a partir dele, o professor elege os conteúdos que vão ser ministrados e o modo como serão abordados.

Os livros didáticos vêm passando por mudanças significativas na maneira como abordam os conteúdos, nos exercícios propostos com o incremento de atividades contextualizadas, com tópicos referentes à história da matemática e sugestão de jogos. Conforme o Programa Nacional de Escolha Livro Didático (PNLD):

O livro didático contribui para o processo ensino-aprendizagem como mais um interlocutor que passa a dialogar com o professor e o aluno. Nesse diálogo, tal texto é portador de uma perspectiva sobre o saber a ser estudado e sobre o modo de conseguir aprendê-lo mais eficazmente, que devem ser explicitados no manual do professor. (PNLD, 2008, p. 9).

Os livros didáticos propõem o surgimento das potências como representação de multiplicações com fatores iguais e suas propriedades como simplificação de cálculos. Dessa forma, a potenciação tornou-se uma importante ferramenta para os homens, auxiliando representações não só para a matemática, mas diversos problemas de elevado grau de complexidade de ciências afins como a astronomia, física, química e biologia.

As potências possuem inúmeras aplicações no cotidiano, os cálculos envolvendo juros compostos são desenvolvidos baseados na potenciação das taxas de juros, a função exponencial também é um exemplo onde utilizamos potências, a notação científica utiliza potências no intuito de representar números muito grandes e muito pequenos. É notória a importância das potências nos cálculos matemáticos modernos, facilitando e contribuindo na resolução de problemas cotidianos. (MUNDO EDUCAÇÃO, 2013)

Uma aplicação notória da potenciação é a notação científica, estruturada na forma de potenciação com base dez, muito usada na física, química e na própria matemática para simplificar o registro de números muito grandes e muito pequenos.

Como no tópico 2.3.1, analisaram-se cinco coleções do ensino fundamental II acerca da distribuição de conteúdos referentes à potenciação e radiciação. As coleções Projeto Araribá (Organizadora Editora Moderna), Matemática (Bianchini) e Praticando Matemática (Andrini e Vasconcelos) apresentam, do 6º ao 9º ano, o conteúdo de potenciação e radiciação de forma gradativa em relação ao nível de complexidade. A coleção Matemática Fazendo a Diferença (Bonjorno e Ayrton) somente não aborda potenciação e radiciação no 8º ano, já a coleção Radix (Jackson Ribeiro) não apresenta o conteúdo no 7º ano. As coleções acima citadas abordam o conteúdo de forma contextualizada, com bastantes exercícios e, de forma geral, apresentam, nos quatro volumes, o embasamento para o aprendizado gradual do 6º ao 9º ano, propiciando, por meio dos conceitos e propriedades abordadas, subsídios para a aplicabilidade em conteúdos futuros.

Destaca-se o texto da figura 12 presente na coleção Radix (2010, 8º ano, p.52) que contextualiza a história da potenciação, usando a origem do xadrez, jogo muito comum entre os jovens. É salutar a presença de textos nos livros didáticos matemáticos relacionados a temas voltados para a juventude como forma de aproximar o aluno de situações que requerem leitura e compreensão, conduzindo-o a interpretações contextualizadas com seu cotidiano. O processo gradativo de construção do conhecimento das potências possui contribuição de muitos matemáticos de diversas civilizações, que buscaram símbolos adequados e cômodos para sua representação.

Figura 12: Texto “A Lenda do Jogo de Xadrez”

A LENDA DO JOGO DE XADREZ

Conta uma história que um rei estava muito triste devido à morte de seu filho em uma batalha. O rei, inconsolado, passava horas traçando sobre uma caixa de areia o movimento das tropas em combate, reproduzindo sempre a triste batalha.

Para tentar agradar e distrair o rei, um de seus súditos, um jovem chamado **Labux Sessa**, inventou um jogo e o ofereceu ao rei como presente. O jogo consistia em um tabuleiro com 64 casas, no qual eram distribuídas duas coleções de peças, uma preta e uma branca.



Depois de entender as regras do jogo, o rei ficou encantado pelo presente e decidiu recompensar o jovem pela invenção. Então, disse ao jovem que poderia escolher o que quisesse como recompensa. Para o espanto de todos, o jovem pediu a recompensa em grãos de trigo, porém da seguinte forma:

“Um grão de trigo pela primeira casa do tabuleiro, dois grãos de trigo pela segunda casa, quatro grãos de trigo pela terceira casa, e assim sucessivamente, sempre dobrando a quantidade de grãos de trigo, até completar todas as casas do tabuleiro.”

O rei ficou surpreso e achou a recompensa muito pequena, pois esperava que o jovem pedisse ouro ou joias. Mesmo assim, concordou e pediu aos matemáticos do reino que calculassem a quantidade de grãos de trigo que o jovem deveria receber.

Depois de os cálculos serem realizados, o rei ficou espantado ao descobrir que a quantidade de grãos de trigo necessária para recompensar o jovem Sessa era tão grande que, mesmo que fosse plantado trigo em toda a superfície da Terra, não seria suficiente para pagar o que prometeu como recompensa.

A quantidade de grãos de cada casa pode ser obtida pelas potências apresentadas abaixo:

A recompensa exigida por Sessa é igual à soma de todos os grãos de cada casa, ou seja, 18 446 744 073 709 551 615 grãos de trigo. Desse modo, não foi possível ao rei pagar a recompensa.

A quantidade de grãos de cada casa pode ser obtida pelas potências apresentadas abaixo:

Casa do tabuleiro	1ª casa	2ª casa	3ª casa	4ª casa	...	64ª casa
Potência	2^0	2^1	2^2	2^3	...	2^{63}

A recompensa exigida por Sessa é igual à soma de todos os grãos de cada casa, ou seja, 18 446 744 073 709 551 615 grãos de trigo. Desse modo, não foi possível ao rei pagar a recompensa.

1. Para agradar e distrair o rei, **Labux Sessa** presenteou-o com um jogo. Em que consistia esse jogo?
2. Qual o motivo pelo qual o rei não pôde pagar a **Labux Sessa** a recompensa prometida?
3. Qual era a quantidade de grãos que o rei deveria pagar a **Labux Sessa**?

Fonte: Livro Radix, 2010.

Como este trabalho se aplica ao 9º ano, abordar-se-á a maneira como alguns volumes dessas coleções trabalham o conteúdo quanto à contextualização para introdução da potenciação e radiciação: o Projeto Araribá, que utiliza, como introdução, uma figura gigante da terra ao lado de números gigantes relacionados com o nosso planeta, Praticando Matemática aborda o poema inglês de St. Ivo e o papiro de Rhind e Matemática Bianchini conta a lenda da origem do xadrez por meio do indiano Sessa.

Seria interessante que os livros didáticos relatassem a origem da potenciação e da radiciação (mostrada nos livros didáticos como a operação inversa à potenciação), pois esclareceria aos alunos a construção de muitos conceitos matemáticos e a contribuição que inúmeros matemáticos deram à matemática, poder-se-ia, por exemplo, contar acerca do astrônomo Arquimedes, que:

Tentava calcular quantos grãos de areia seriam necessários para encher o universo. Nessa época, tinha-se a ideia de que as estrelas limitavam o nosso universo dando-lhe um formato esférico e, ao calcular o volume dessa esfera astronômica, chegaria ao resultado desejado. Após longo estudo e dedicação, Arquimedes conseguiu encontrar um resultado assombrosamente grande em termos de representação numérica e soube que seria impossível demonstrar sua resposta para que outros conseguissem compreendê-la. Após séria análise detalhada dos números que apareciam no cálculo do volume da esfera gigante, Arquimedes percebeu um fato curioso: havia uma grande repetição de multiplicações que envolviam o número 10. Surgiu então a ideia de representar sua resposta usando *potência de base 10*. Hoje utilizada como notação científica e aplicada a várias áreas do conhecimento humano, através da potência de base dez, podemos escrever a resposta conquistada por Arquimedes como 10^{63} . (INFOESCOLA, 2013)

Muitos conteúdos apresentam-se de forma implícita na vida dos discentes; por isso, é importante relacionar a potenciação e a radiciação com objetos e situações do cotidiano, sendo fator preponderante para tornar o processo de ensino-aprendizagem matemático significativo e propiciar a correlação da teoria à prática.

2.4 Jogos Matemáticos como Recurso Didático.

Ensinar matemática é propiciar o desenvolvimento dos educandos para a resolução de problemas. Devemos, enquanto educadores, procurar alternativas para aumentar a motivação para a aprendizagem, desenvolver a concentração, o raciocínio lógico-dedutivo e a socialização. Porém, os índices de reprovação e dificuldades dos alunos nessa disciplina são alarmantes.

Diante dessa realidade, segundo Lara (2003, p.9), muitos esforços e pesquisas foram e vêm sendo realizados para amenizá-la, estudos atribuem, historicamente, essa “crise do ensino da Matemática” a problemas de metodologia, de formação de professores, de inadequação dos livros didáticos, de falta de recursos e de conteúdos programáticos. É preciso propostas didático-metodológicas de ensino para amenizar tal crise presente no ensino da matemática.

Nessa perspectiva, a abordagem do pensamento lógico-matemático a partir de situações tangíveis, já que a própria evolução histórica da matemática é compatível com situações concretas de vida, torna-se essencial desde a infância, pois, partindo de

situações materiais, prepara-se o aluno para a resolução de problemas que exijam conhecimentos abstratos. A criança é um ser criativo, repleto de energia, curioso, “é um ser puramente lúdico, incapaz de manter sua concentração por mais de 20 minutos numa atividade que requer atenção quanto á exposição verbal realizada por um adulto” (ARANÃO, 2011, p.16). Os adolescentes, público alvo do ensino fundamental II, continuam com essa necessidade, de manipular objetos e interagir com pessoas. De acordo com Grando (2008, p. 8), “A necessidade do homem em desenvolver atividades lúdicas [...] não é minimizada ou modificada em função da idade do indivíduo”.

Portanto, muitas vezes, a crise do ensino da Matemática que se instala notadamente no ensino fundamental II e perdura nos níveis subsequentes tem origem na formação do pensamento lógico-matemático, e segundo Wadsworth (1984 apud ARANÃO, 2011, p.47):

Se Piaget estiver certo, o fracasso dos alunos em desenvolver compreensão da matemática não implica em qualquer falta de inteligência ou habilidade para aprender os conceitos, mas resulta do tipo de ensino ao qual as crianças são expostas nas escolas; ensino da matemática, mesmo nas primeiras séries, normalmente assume a forma de apresentações orais e escritas (simbólicas) dos conceitos e procedimentos para computação de respostas a problemas. Eles não se baseiam em métodos ativos que permitem que a criança construa conceitos matemáticos do único modo que pode adquiri-los.

É possível ao docente desenvolver um trabalho pedagógico com jogos sem a visão de que esses funcionem como passatempos divertidos. Conforme Huizinga (2011, p. 51), a seriedade é entendida como a negação do ato de brincar ou divertir-se, mas o jogo de forma alguma exclui a seriedade.

Os jogos foram tomando espaço nas discussões teóricas como um possível instrumento de ensino-aprendizagem e assumindo concepções teóricas e formas de inserção das mais variadas possíveis. Os jogos matemáticos, se planejados adequadamente ao conteúdo abordado, representam um recurso pedagógico eficaz para a construção do conhecimento matemático. Por isso, na aplicação dos jogos devem-se considerar, além da ludicidade, sua função educativa, porque, como parte de um projeto de ensino do professor, a intencionalidade com essa atividade deve ser explícita. A utilização de jogos no ensino da matemática objetiva fazer com que os

alunos gostem de aprender o conteúdo, mudando a rotina da sala de aula e despertando o interesse. Segundo D'Ambrósio (1991apud LARA, 2003, p.10),

Há algo errado com a Matemática que estamos ensinando. O conteúdo que tentamos passar adiante através dos sistemas escolares é obsoleto, desinteressante e inútil. Isso significa que muito pouco do que se ensina e se aprende em sala de aula é, de fato, utilizado ou aplicado pelo/a aluno/a no seu dia-a-dia. E, também, que frente ao avanço tecnológico, principalmente voltado à área da informática, as atividades propostas em sala de aula tornam-se, a cada dia que passa, menos atrativas e interessantes.

A aprendizagem, por meio de jogos, permite ao aluno fazer da aprendizagem um processo interessante e até divertido. “[...] há três aspectos que por si só justificam a incorporação do jogo nas aulas. São estes: o caráter lúdico, o desenvolvimento de técnicas intelectuais e a formação de relações sociais. Mas é preciso um plano de ação para vinculação dos jogos aos temas abordados [...]” (GROENWALD e TIMM, 2013). Pois, para que os discentes possam desenvolver-se e aprender enquanto jogam, é necessário que o jogo apresente tanto a dimensão lúdica quanto a educativa.

Muitos trabalhos, no mundo acadêmico, abordam a importância da inserção dos jogos em sala de aula, acreditando que “o paradigma educacional baseado em jogos destaca-se como um elemento educacional pelos seus aspectos interativos, que proporcionam aos alunos a geração de novos problemas e de novas possibilidades de resolução” (GRANDO, 2000, p.15). É necessário agregar as metodologias e os materiais de ensino com que temos contato com a diversidade de formas e organizações didáticas propostas pelos novos paradigmas educacionais vinculados às TIC para que, junto com os alunos, seja possível criar um ambiente de construção do saber, e é nesse contexto que atividades com jogos vêm subsidiar o processo de ensino-aprendizagem de matemática.

Os jogos são materiais concretos que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem e desenvolvimento de raciocínio lógico dos alunos, estimulando-os a formularem estratégias, resolverem problemas e trabalharem em grupo. Também auxilia na aquisição de habilidades e competências ligadas ao conhecimento matemático, desde que utilizado dentro de uma perspectiva de interação entre teoria e prática. (SILVA E LEONARDI, 2010, p.1)

O uso de jogos objetiva propiciar aos alunos aulas mais dinâmicas e prazerosas, que contribuem também para a construção do pensamento abstrato. Ressalta Grandó

(2000, p.18) que “É fundamental inserir as crianças em atividades que permitam um caminho que vai da imaginação à abstração, por meio de processos [...] de estratégias diversificadas de resolução de problemas em jogos.” E, ainda, acrescenta que essa metodologia favorece a construção do pensamento abstrato, tornando importante a escola criar situações de ensino que possibilitem aos alunos contato com os jogos .

Os jogos, como recurso didático, têm sido motivo de vários estudos e pesquisa no mundo acadêmico; entretanto, a maioria volta-se para a pré-escola e para as primeiras séries do ensino fundamental. Algumas revistas de acesso nacional às escolas públicas são voltadas apenas para a educação infantil e ensino fundamental I (1º ao 5º ano), como por exemplo, a revista Nova Escola. Conforme Alves (2012, p.15) relata:

A educação por meio dos jogos tem-se tornado, nas últimas décadas, uma alternativa metodológica bastante pesquisada, utilizada e abordada de variados aspectos. Tais trabalhos, entretanto, ocorrem em torno de jogos aplicados na pré-escola e nos primeiros anos do ensino fundamental. Poucas ainda são as pesquisas do ensino fundamental que enfatizam o uso de jogos no ensino do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, no ensino médio e de modo mais específico no ensino da matemática.

O conhecimento acerca da importância da inserção dos jogos no trabalho pedagógico pode ser utilizado, principalmente, como forma de atenuar os medos e os bloqueios adquiridos no percurso escolar. Portanto, o uso de jogos e atividades lúdicas como metodologia de ensino é uma ideia que vem sendo bastante difundida. Nos jogos, os cálculos possuem significados concretos, como marcar pontos, controlar a pontuação, resolução de situações-problema, etc, além disso, o retorno das hipóteses é imediato tanto para o professor como para o aluno.

Os jogos podem ser utilizados para introduzir, amadurecer conteúdos e preparar o aluno para aprofundar os itens já trabalhados. Devem ser escolhidos e preparados com cuidado para levar o estudante a adquirir conceitos matemáticos de importância. Devemos utilizá-los não como instrumentos recreativos na aprendizagem, mas como facilitadores, colaborando para trabalhar os bloqueios que os alunos apresentam em relação a alguns conteúdos matemáticos. (GROENWALD E TIMM, 2013)

É salutar esta possibilidade de reduzir os bloqueios e o sentimento de incapacidade de nossos alunos na aplicação de jogos, pois por meio desses, a turma pode ser instigada para que assuma uma postura ativa, principalmente pela oportunidade do trabalho em grupo. A observação do docente na condução do jogo pelos alunos, sem influenciar seu pensar, mas no direcionamento dos grupos é algo imprescindível para a contemplação da sua função educativa. São necessários jogos que estimulem o raciocínio do aluno, para amenizar o estudo de conteúdos abstratos, desvinculados da prática. Mas essas atividades devem ser experimentadas antes de sua aplicação em sala de aula para não serem muito fáceis nem muito difíceis, a fim de enriquecer a metodologia com atividades significativas.

Dessa forma, é fundamental que o professor, ao desenvolver um trabalho com jogos, busque compreender os avanços da Psicologia, no intuito de “conhecer determinados componentes internos dos seus alunos para orientar a aprendizagem deles, de maneira significativa” (GRANDO, 2000, p. 10). Os trabalhos desenvolvidos por Piaget, Vygotsky e seus seguidores ressaltam a contribuição dos jogos no desenvolvimento infantil, sendo de suma importância o conhecimento de tais teorias para embasar a metodologia lúdica usada em sala de aula.

A psicologia, ciência que estuda o comportamento humano e seus processos mentais, vem subsidiando o trabalho docente com jogos por meio de inúmeras pesquisas, que se tornam suporte teórico. Os fatores cognitivos, afetivos e sociais que norteiam a vida dos discentes e interferem sobremaneira no processo de ensino-aprendizagem são parâmetros imprescindíveis para a abordagem psicológica na área educacional. A psicologia vem ganhando cada vez mais espaço dentro das escolas, embasando professores na compreensão das etapas do desenvolvimento humano e dos diversos fatores que interferem e contribuem para a realização de um processo de ensino-aprendizagem significativo.

No trabalho com jogos matemáticos, o aluno envolve-se com o clima de uma aula diferente, e aprende sem perceber. Os jogos propiciam desafios que requerem solução rápida e como vivemos num contexto que exige pessoas que pensem, questionem e se arrisquem diante de situações-problema, utilizar jogos como recurso

didático propicia vinculação da teoria à vida social, ou seja, da teoria à prática, são recursos interessantes e eficientes, que estimulam os alunos. “Não existe um caminho único e melhor para o ensino da matemática, no entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa sua prática” (PCN, 1998, p. 48). E é nesse cenário que a utilização dos jogos em sala de aula contribui de maneira enriquecedora, pois mescla o educativo e o lúdico, a aprendizagem e a motivação, os sentimentos e os desafios, para a apreensão dos conteúdos matemáticos.

A aplicação dos jogos na educação vai muito além da diversão; objetiva extrair conhecimento e interesse fazendo com que os estudantes participem da construção do próprio conhecimento com certa motivação. Assim, tentar-se-á resgatar o encanto com a matemática esquecido, muitas vezes, na educação infantil e extinguir o medo que apavora a tantos, criando um ambiente envolvente durante a realização das atividades em sala de aula.

Para o trabalho com jogos em sala de aula, faz-se necessário deixar um espaço no planejamento para sua elaboração e execução. Como a aprendizagem de matemática está atrelada a uma variedade de fatores, é imprescindível desenvolver a capacidade de resolver problemas e o raciocínio lógico, tentando aumentar a motivação para a aprendizagem. Dentre os vários tipos de jogos educativos, devem-se destacar os de estratégia, pois exigem habilidades de tentar, observar, conjecturar e verificar. Deve-se ter cautela na aplicação de jogos que exigem sorte, pois, muitas vezes, desestimulam os alunos para a aplicação de conceitos e propriedades matemáticas.

O emprego dos jogos como recurso para uma aprendizagem significativa precisa desencadear uma reflexão sobre a sua utilização ocasional, que “distante de uma cuidadosa e planejada programação, é tão ineficaz quanto um tratamento descontinuado com um psicólogo” (MORATORI, 2003, p.26), e acerca da quantidade de jogos, que somente terá eficácia, quando selecionados e vinculados à aprendizagem que se tem como objetivo.

Como é expressivo o número de alunos que não apresenta muito interesse pela matemática ou mesmo bastante dificuldade, os jogos representam um recurso

importante para desenvolver, aprimorar e ratificar os conteúdos, além de proporcionar interação nos jogos em equipe e a prática de regras sociais, como o respeito pelo conhecimento e pela dificuldade do colega. Nesse contexto, a função do docente é muito relevante na orientação dos objetivos do jogo proposto.

A utilização dos jogos vem corroborar o valor formativo da Matemática, não no sentido apenas de auxiliar na estruturação do pensamento e do raciocínio dedutivo, mas, também, de auxiliar na aquisição de atitudes. Desse modo, penso que através dos jogos, é possível desenvolvermos no/a aluno/a, além de habilidades, a sua concentração, a sua curiosidade, a consciência de grupo, o coleguismo, o companheirismo, a sua autoconfiança e a sua autoestima. (LARA, 2003, p.22)

Existem várias classificações para os jogos, muitas vezes, complementares e intrinsecamente relacionadas aos aportes teóricos nos quais os autores estão embasados. Conforme Alves (2012, p.29), “buscam-se critérios relacionados com a idade, o número de participantes envolvidos, o local de realização, os instrumentos utilizados, as épocas históricas, as habilidades e atitudes, a força física e mental, os fins, as funções etc”.

Grando (1995) estabelece uma classificação baseada na função que o jogo pode assumir num contexto social e didático-metodológico, e afirma que essa classificação não é excludente, uma vez que um tipo de jogo pode ter mais de uma classificação. Assim para Grando, classificam-se em jogos de azar, quebra-cabeça, estratégias, de fixação de conceitos, computacionais e pedagógicos.

Segundo Lara (2003, p.24), os jogos matemáticos podem ser classificados como: jogos de construção, que apresentam um conteúdo desconhecido; jogos de treinamento, que auxiliam no desenvolvimento do pensamento lógico e dedutivo; jogos de aprofundamento, que abordam problemas mais complexos; e jogos estratégicos, nos quais os alunos criam hipóteses e estratégias para melhor atuação com jogador.

Segundo Moura e Viamonte, “Vários pesquisadores da área de educação matemática têm desenvolvido estudos sobre as potencialidades do jogo no processo ensino aprendizagem da Matemática e argumentam sobre a importância desse recurso metodológico na sala de aula”. Os jogos podem ser utilizados para estimular e desenvolver habilidades, desde a educação infantil, contribuindo para o processo de

construção de conhecimentos lógico-matemáticos. Grandó (2004) afirma que o jogo pode ser utilizado como um instrumento facilitador na aprendizagem de estruturas matemáticas, muitas vezes, de difícil assimilação. Nesse sentido, a expressão facilitar a aprendizagem está associado à necessidade de tornar atraente o ato de aprender. Starepravo (2009, p.50) ressalta que o jogo tem papel importante no desenvolvimento do convívio coletivo, porque durante as aulas com jogos, surgem “muitos conflitos entre as crianças [e adolescentes], geralmente a partir de situações não previstas nas regras e, às vezes, por brigas entre os jogadores. É fundamental que o professor não resolva os conflitos”, mas permita que os envolvidos resolvam-nos, estimulando o trabalho cooperativo. Como afirma Lara (2003, p.22):

A utilização dos jogos vem corroborar o valor formativo da Matemática, não no sentido apenas de auxiliar na estruturação do pensamento e do raciocínio dedutivo, mas, também, de auxiliar na aquisição de atitudes. Penso que, através dos jogos, é possível desenvolvermos no/a aluno/a, além de habilidade matemáticas, a sua concentração, a sua curiosidade, a consciência de grupo, o coleguismo, o companheirismo, a sua autoconfiança e a sua autoestima.

A realização de jogos durante a aula promove muita agitação, conversa, necessidade de o professor dar mais atenção a cada equipe; algumas vezes, há briga pela vitória, tristeza pela derrota, mas é indiscutível o interesse e a participação da maioria dos alunos no uso dessa metodologia. Os jogos promovem o desenvolvimento da criatividade, “já que eles representam a própria criação humana, que vem satisfazer a necessidade do indivíduo de conhecimento da realidade, pelo prazer propiciado pelas atividades lúdicas” (GRANDO, 2008, p.29).

Vale ressaltar a necessidade de a escola de disponibilizar aulas brancas para o professor pesquisar, experienciar e confeccionar jogos ou atividades lúdicas para aplicar durante as aulas. É fundamental o professor atentar para as diversas possibilidades de construção da sua prática e o jogo desafia o aluno, persuadindo-o a conhecer os seus limites e as suas possibilidades de vitória. A instigação proporcionada, aos alunos, com abordagens mais agradáveis para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem por meio de jogos deve ser acompanhada de reflexões sobre saber o momento de aplicar o jogo, deixar explícitos os objetivos,

observar a adequação do jogo ao nível de conhecimento da turma, e possibilitar que visualizem a matemática por trás da “brincadeira”. De acordo com Moratori (2003, p.30), “O papel do professor não deverá ser o de guiar explicitamente os passos do aprendiz, mas sim, não permitir que este use o jogo sem entender nem aprender nada, é não permitir que o aprendiz se desvie muito do objetivo educacional”.

O aluno motiva-se com uma aula diferente, pois ocorre uma interação maior, que propicia uma aprendizagem mais significativa e prazerosa. A utilização de jogos em sala de aula pode ser um recurso metodológico eficiente para promover motivação nos alunos durante as aulas de Matemática e consolidar os conceitos trabalhados. A intervenção do professor durante os jogos ou atividades lúdicas é de fundamental importância para que o aluno adquira conhecimento, levando-se em consideração que o jogo por si só não é suficiente para aprender. O professor é o mediador para que se desenvolva um trabalho de equipe, no qual auxilia os alunos a analisar as decisões e conclusões a que chegam, além de abordar o raciocínio e os conceitos matemáticos empregados.

A metodologia de jogos exige planejamento de ações para que as intervenções docentes e explorações do jogo aplicado promovam uma aprendizagem significativa. De acordo com Groenwald e Timm (2013), devemos observar alguns cuidados ao escolher os jogos a serem aplicados, para que a foco maior seja a aprendizagem e não apenas a brincadeira, considerando as características da turma, objetivos e tempo disponível. Para esses autores é essencial:

Não tornar o jogo algo obrigatório; escolher jogos em que o fator sorte não interfira nas jogadas, permitindo que vença aquele que descobrir as melhores estratégias; utilizar atividades que envolvam dois ou mais alunos, para oportunizar a interação social; estabelecer regras, que podem ou não ser modificadas no decorrer de uma rodada; trabalhar a frustração pela derrota na criança, no sentido de minimizá-la; estudar o jogo antes de aplicá-lo (o que só é possível, jogando).

Diante dessas orientações, devemos procurar elaborar jogos que promovam, de maneira geral, o interesse da turma, que precisem de estratégias e desenvolvimento de conceitos e pensamentos matemáticos, e, principalmente, conhecer o jogo construído antes da sua aplicação em sala de aula, ou seja, jogar. Um fator que merece destaque

é a competição que surge entre os alunos durante a aplicação de jogos e, para que eles não possam causar efeitos negativos, é preciso orientar o jogo para uma competição positiva, na qual possam ganhar sem agressividade ou perder sem se traumatizarem . Não é preciso existir competição em todos os jogos, segundo Lara (2003, p.29):

Alguns/as professores/as acreditam que é só a vontade de ganhar que pode motivar o/a aluno/a a participar de um jogo. Não concordo com isso. Pelas experiências que já tive, e ainda tenho, quando proponho jogos envolventes desafiadores, na maioria das vezes, é totalmente irrelevante se alguém ganhou ou perdeu, pois os/as alunos/as se prendem muito mais ao desenvolvimento do jogo do que a sua conclusão. Os seja, se interessam mais pelos meios do que pelos fins.

Durante a aplicação dos jogos, é comum os nossos alunos perguntarem qual o prêmio do primeiro lugar ou o que vão ganhar participando do jogo. Segundo Lara (2003), deve-se responder aos alunos que nosso principal ganho é uma aprendizagem mais acessível, mais participativa e mais divertida. Ressalta Lara (2003, p.29) “que, muitas vezes, é o/a professor/a quem (talvez sem dar-se conta) torna a competição indesejável, pois enfatiza um/a vencedor/a ou um/a perdedor/a. Isso faz com que o/a aluno/a se sinta ou um ser superior ou um ser fracassado/a”.

Os jogos propiciam aulas das quais os alunos participam e sentem-se motivados à realização do que está sendo proposto, sendo importante entender que o objetivo “[...] do jogo é fazer com que todos/as atinjam um desenvolvimento adequado e que certas habilidades devam ser adquiridas, motivando, [...] os/as alunos/as [...], reconhecendo suas dificuldades e detectando suas falhas e seus erros na tentativa de saná-los” (LARA, 2003, p. 30). O jogo minimiza os efeitos dos erros e fracassos, tornando-se uma atividade séria cujas consequências frustrantes são sempre superáveis.

O ensino, utilizando meios lúdicos, permite criar ambientes motivadores e atraentes para a abordagem dos conteúdos matemáticos tanto para os alunos quanto para os professores envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Mas, conforme Smole, Diniz e Milani (2007), devem-se observar alguns aspectos como: Organização da sala de aula, os grupos formados livremente podem ser reorganizados pelo professor em decorrência de necessidades surgidas; Barulho, geralmente, é intrínseco ao ato de jogar, sendo necessário algumas conversas e combinações; Tempo de

aprendizagem, muitas vezes, não é no primeiro contato que o aluno compreende o jogo; A escolha do jogo, para cuja aplicação em sala de aula é necessário que o professor o conheça, jogando, lendo as regras e simulando jogadas.

Complementando os aspectos citados acima, Starepravo (2009) destaca também como importante: A quantidade de jogos disponíveis para as equipes trabalharem ao mesmo tempo e o armazenamento dos jogos em caixas ou pastas com as descrições de suas respectivas regras.

Ainda em relação ao barulho provocado pelos jogos, Starepravo (2009, p.67) ratifica o exposto acima:

Além disso, há muito se sabe que não é necessário estar em silêncio para aprender. Ficar em silêncio quando o outro fala é sinal de boa educação (e isso deve ser ensinado na escola), mas quando há várias equipes jogando ao mesmo tempo, é evidente que haverá barulho em sala. Esse tipo de barulho, proveniente das conversas relativas ao jogo, é extremamente propício à aprendizagem.

A aplicação dos jogos em sala de aula requer cuidados na análise das suas vantagens e desvantagens, pois os jogos favorecem o desenvolvimento da criatividade, facilita a socialização e interação entre os docentes, torna aulas desinteressantes e rotineiras em aulas envolventes; porém, é imprescindível a efetiva participação dos alunos que passam de ouvintes a elementos ativos, um planejamento bem elaborado para não sacrificar algum conteúdo devido aos jogos exigirem mais tempo do que aulas expositivas, explicar claramente os objetivos e finalidades para que os alunos não utilizem o momento como passatempo. Portanto, de acordo com Smole, Diniz, Milani (2007, p. 14):

Um jogo pode ser escolhido porque permitirá que seus alunos comecem a pensar sobre um novo assunto, ou para que eles tenham um tempo maior para desenvolver a compreensão sobre um conceito, para que eles desenvolvam estratégias de resolução de problemas ou pra que eles desenvolvam habilidades que naquele momento você vê como importantes para o processo de ensino e aprendizagem.

Grando defende a inserção dos jogos no ambiente escolar, numa perspectiva de resolução de problemas, “garantindo ao processo educativo os aspectos que envolvem

a exploração, explicitação, aplicação e transposição para novas situações-problema do cotidiano vivenciado” (GRANDO, 2008, p.29). E, ainda, ressalta a importância do desenvolvimento das atividades com jogos, dividindo a sala de aula por equipe, pois, dessa forma, as frustrações e/ou alegrias, essenciais para a vida emocional do indivíduo, acabam por serem compartilhadas. Ratificando essas palavras, de acordo com Chateau (1987 apud ALVES, 2012, p.99), “os alunos envolvidos em grupos se habitua a considerar o ponto de vista dos demais, saindo, portanto, do seu egocentrismo original, como também se habitua a expor naturalmente as suas ideias”.

O trabalho com jogos matemáticos precisa resultar de disponibilidade, mas, principalmente, de reflexão quanto às suas vantagens e desvantagens, conforme orientações da figura 13. Moura (1994 apud ALVES, 2012, p.24) “alerta para o cuidado a ser tomado quando da utilização dos jogos ou de novas propostas de ensino, de modo que estas sejam realmente analisadas e incorporadas com convicção e não apenas superficialmente, pelo modismo”.

Figura 13: Orientações para Utilização dos Jogos em Sala de Aula.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> . (Re) significação de conceitos já aprendidos de uma forma motivadora para o aluno. . Introdução e desenvolvimento de conceitos de difícil compreensão. . Desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas (desafios dos jogos) . Aprender a tomar decisões e a saber avaliá-las. . Significação para conceitos aparentemente incompreensíveis. . Propicia o relacionamento das diferentes disciplinas (interdisciplinaridade) . O jogo requer a participação ativa do aluno e a conscientização do trabalho em grupo. . A utilização dos jogos é um fator de interesse para os alunos. . Dentre outras coisas, o jogo favorece o desenvolvimento da criatividade, do senso crítico, da participação, da competição “sadia”, da observação, das várias formas da linguagem e do resgate do prazer em aprender. . As atividades com jogos podem ser utilizadas para desenvolver habilidades de que os alunos necessitem. É útil no trabalho com alunos de diferentes níveis. 	<ul style="list-style-type: none"> . Quando os jogos são mal utilizados, existe o perigo de dar ao jogo um caráter puramente aleatório, tornando-se um “apêndice” em sala de aula. Os alunos jogam e se sentem motivados apenas pelo jogo, sem saber por que jogam; . O tempo gasto com as atividades de jogos em sala de aula é maior e, se o professor não estiver preparado, pode existir um sacrifício de outros conteúdos pela falta de tempo; . As falsas concepções de que se devem ensinar todos os conceitos através de jogos. Então as aulas, em geral, transformam-se em verdadeiros cassinos, também sem sentido algum para o aluno; . A perda da “ludicidade” pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo; . A coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queria, destruindo a voluntariedade pertencente à natureza do jogo; . A dificuldade de acesso e disponibilidade de material sobre o uso de jogos no ensino, que possam vir a subsidiar o trabalho docente.

. As atividades com jogos permitem ao professor identificar e diagnosticar algumas dificuldades dos alunos	
--	--

Fonte: Grando, 2008, p. 31- 32.

2.5 Revisão da Literatura: Os Jogos nos Trabalhos Acadêmicos.

Os artigos presentes no livro *Jogo, Brinquedo, Brincadeira e Educação*, organizados por Kishimoto (2011), representam estudos e pesquisas do Grupo Interinstitucional acerca do Jogo na Educação, sediado na Faculdade de Educação da USP, sendo formado por docentes e pesquisadores relacionados às áreas do ensino de Matemática, Educação Especial, Pré-Escola, Meios de Comunicação de Ensino e Psicologia Escolar, cujo objetivo são pesquisas conjuntas, análise de paradigmas teóricos que explicitam o jogo, discussão de pesquisas, publicação e divulgação.

Como o presente trabalho possui abordagem voltada à educação matemática, então ficará atrelado ao artigo de Moura (1994). Esse busca os motivos do uso do jogo na educação matemática, “atento aos cuidados a serem tomados com os modismos adotados, sem uma análise previa das condições em que aparecem as propostas de ensino e das bases teóricas que as sustentam” (KISHIMOTO, 2011, p.85). Relata que o tema Jogos no Ensino da Matemática tem estado presente por meio de comunicações, grupos de trabalho ou minicursos nos Congressos Brasileiros da USP (desde 1989), Encontros Nacionais de Educação Matemática promovidos pela SBEM (realizados desde 1987) e nos Encontros Regionais de Educação Matemática. De acordo com Moura (1994), até meados da década de 70, as discussões em tais eventos buscavam as causas dos fracassos do ensino da matemática nos objetivos, métodos ou conteúdos abordados; todavia, não consideravam o processo educativo como multifacetado e as contribuições de outras áreas do conhecimento.

Moura (1994) relata que Kishimoto, por meio de uma ampla revisão bibliográfica, encontra em Roma e Grécia antigas referências do jogo na educação, mas é somente a partir da metade desse século que se têm as contribuições teóricas vindas de Piaget, Brunner, Wallon e Vigotsky, embasando cientificamente as novas propostas de ensino,

em que o uso de materiais pedagógicos contribuem para que os sujeitos assumam ativamente sua aprendizagem.

Moura (1994) menciona que os avanços da educação agregaram contribuições ao ensino da matemática e é, nesse contexto, que os jogos permeados por bases cada vez mais científicas fortalecem o processo de ensino-aprendizagem, e como o jogo é um importante fator na educação infantil, torna-se um aliado formal da matemática nessa etapa, tornando-a mais agradável, dinâmica e concreta. O autor ressalta que as primeiras ações docentes baseadas nas teorias construtivistas “foram de tornar os ambientes de ensino bastante ricos em quantidade e variedade de jogos, para que os alunos pudessem descobrir conceitos inerentes às estruturas dos jogos por meio de sua manipulação” (KISHIMOTO, 2011, p.86).

É preciso que os jogos, estimuladores do desenvolvimento educacional, com os quais os alunos têm contato em sala de aula, permitam a compreensão dos conceitos matemáticos, e sejam usados com objetivos pedagógicos claros, para não desencadearem um “fenômeno essencialmente individual e regido apenas por leis internas ao sujeito” (KISHIMOTO, 2011, p.87).

Moura (1994) faz alusão aos subsídios fornecidos pela psicologia de cunho sociointeracionista na efetivação de novos modelos para o uso dos jogos no ambiente escolar, que também admite a contribuição dos jogos para a construção do conhecimento, porém impregnado de conteúdos culturais adquiridos socialmente.

Para Moura (1994), o jogo na educação matemática necessita desenvolver e estimular a aprendizagem; o aluno, ao assimilar a estrutura lógica do jogo, estará por conseguinte, absorvendo a estrutura matemática nele impregnada. “O jogo, [...], é visto como conhecimento feito e também se fazendo. É educativo. Esta característica exige o seu uso de modo intencional e, sendo assim, requer um plano de ação que permita a aprendizagem de conceitos matemáticos e culturais.” (KISHIMOTO, 2011, p. 89)

Em seu artigo, faz referências ao ato do jogar com a imaginação do aluno e cita livros como *O Homem que Calculava* de Malba Tahan, *a Matemática da Emília* de Monteiro Lobato, *Matemática* de Walt Disney, e inúmeros paradidáticos lançados pelas editoras para uso na educação básica. Moura (1994) esclarece que o docente precisa

planejar as situações didáticas no ensino, de forma que as atividades com jogos possam subsidiar uma aprendizagem significativa no espaço escolar, e embasado nos erros e acertos dos alunos aperfeiçoar seu trabalho pedagógico e, dessa forma, fomentar a autoestruturação do discente. O que se torna imprescindível no desenvolvimento de uma atividade de aprendizagem, seja com jogos ou outro material pedagógico, é sua função orientadora e a contemplação, tanto nos planos afetivo e cognitivo, dos objetivos, da capacidade do aluno, dos elementos culturais e dos instrumentos (materiais e psicológicos) capazes de colocar o pensamento da criança em ação.

Finaliza seu artigo afirmando que a imitação, as regras e a proximidade com situações adultas vivenciadas nos jogos estão em concordância com pressupostos teóricos construtivistas e que os jogos, na educação matemática, fundamentam-se pela “introdução de uma linguagem matemática que pouco a pouco será incorporada aos conceitos matemáticos formais, ao desenvolver a capacidade de lidar com informações e ao criar significados culturais para os conceitos matemáticos”. (KISHIMOTO, 2011, p. 95)

Grando (1995), em sua dissertação, investiga o papel metodológico (concepções, relações e funções) que o jogo desempenha no processo de ensino-aprendizagem da matemática, por meio de estudos bibliográficos processados em uma perspectiva que o aborde de forma social, cultural, filosófica e psicopedagógica. Relata que, mesmo antes de optar pela licenciatura em matemática, questionava-se por que seus colegas apresentavam tanta dificuldade com a matemática, por que não existia uma forma pedagogicamente mais eficiente (compreensível) de se ensinar matemática e por que não era possível torná-la uma brincadeira divertida.

Seu trabalho apresenta uma visão crítica acerca da problemática do ensino da matemática, citando algumas das suas principais causas imbricadas aos aspectos conteudísticos e metodológicos. De acordo com Grando (1995), o jogo surge como uma possível proposta de redimensionamento para tais problemas. “Não existe nenhuma pretensão em defender o jogo como a melhor estratégia de ensino ou a mais eficiente,

mas se acredita no valor pedagógico do jogo como possível de ser explorado em qualquer situação ou contexto educacional.” (GRANDO, 1995, p.16)

Em seu trabalho, analisa as diferentes concepções de jogo e as características e/ou atributos para justificar sua inserção no contexto do processo de ensino-aprendizagem, embasando sua pesquisa em valores pedagógicos, princípios metodológicos, implicações e objetivos do jogar. Alicerça o jogo no contexto da Educação Matemática com descrição e análise de situações práticas de ensino, nas quais o jogo se torna um gerador de situações-problema e desencadeador da aprendizagem do aluno. Grandó (1995) expõe as idiosincrasias relacionadas às possibilidades metodológicas advindas dos jogos na matemática, que precisam estar vinculadas ao projeto pedagógico que o educador pretende assumir. Relata a importância dos laboratórios de matemática e a necessidade de pesquisas e trabalhos voltados para o segundo e o terceiro graus.

Portanto, sua proposta volta-se para um possível redimensionamento da ação pedagógica dos docentes no processo de ensino-aprendizagem da matemática, possibilitando uma reflexão acerca das teorias e práticas pedagógicas referentes à utilização de jogos.

Nessa linha de pesquisa, em sua tese, Grandó (2000) investiga processos desencadeados na construção e/ou resgate de conceitos e habilidades matemáticas a partir da intervenção pedagógica com jogos de regras (Contig60 e Nim). Averigua, qualitativamente, os aspectos cognitivos envolvidos na utilização dos jogos na aprendizagem de matemática, usando, para isso, oito alunos do 7º ano do Ensino fundamental, distribuídos em dois grupos de quatro componentes sob a coordenação de pesquisadoras diferentes (pesquisadora e auxiliar de pesquisa) e o restante da turma sob a orientação da professora. Estes últimos estavam envolvidos com os mesmos jogos, porém os registros, intervenções verbais e análise estavam voltadas apenas para os dois grupos. A autora realizou um estudo-piloto com os alunos no 5º ano, que foram os sujeitos da pesquisa no 7º ano. Os oito alunos possibilitaram à pesquisadora o acompanhamento mais detalhado do processo de resolução e intervenção durante a

aplicação do jogo, evitando os problemas ocorridos no estudo-piloto. Portanto, conforme se observa, Grandó (2000, p.6) busca promover:

Investigação das possibilidades de um trabalho pedagógico, baseado em jogos e resolução de problemas, possibilitando aos pesquisadores desta área e aos professores do ensino fundamental e médio subsídios teóricometodológicos a um repensar sobre os métodos estratégicos, redimensionando-os a fim de minimizar o hiato existente entre as atividades lúdicas cotidianas realizadas pelas crianças, espontaneamente, e o trabalho desencadeado em sala de aula.

Em seu trabalho, expõe a necessidade de os professores conhecerem determinados componentes internos dos discentes, para promoverem uma aprendizagem significativa. Daí a importância da metodologia de trabalho com jogos está imbricada com os avanços no campo da Psicologia. Portanto, o trabalho de Grandó (2000) agrega aspectos da Psicologia e da Metodologia com foco central na Educação Matemática. Segundo a autora, as atividades lúdicas desempenham um papel essencial para o desenvolvimento cognitivo, afetivo, social e moral das crianças, representando um momento, que deve ser valorizado nas atividades infantis. Mas ressalta a necessidade da existência de condições físicas para a abordagem com jogos, sejam salas de aula ou ambientes externos a ela, mesas, cadeiras, recursos financeiros para construção dos jogos, apoio da equipe pedagógica, etc.

Destaca, também, a intervenção do professor como um elemento determinante na transformação do jogo espontâneo em pedagógico, sendo imprescindíveis “subsídios que os auxiliem a explorar as possibilidades dos jogos e avaliar os efeitos dos mesmos em relação ao processo ensino-aprendizagem da Matemática” (GRANDÓ, 2000, p.5), para que haja uma contribuição significativa. Pois muitos educandos acreditam que os jogos favorecem apenas o caráter motivacional, sendo necessário estabelecer reflexões, registros, pré-formalização ou sistematização das estruturas matemáticas subjacentes à ação no jogo.

Propõe aos professores-pesquisadores o resgate da imaginação presente nos jogos como contribuição no processo de abstração do aluno nas aulas de Matemática. Assim como na sua dissertação (1995), Grandó apresenta também, na sua tese (2000), as vantagens e desvantagens das atividades com jogos na sala de aula, no intuito de embasar a reflexão dos educadores. O sucesso do trabalho com jogos deve estar

fundamentado em uma reflexão com pressupostos metodológicos vinculados ao plano escolar e ao plano de ensino, pois o professor não desenvolve a ação sozinha, mas com todos os demais professores responsáveis pela formação escolar dos alunos.

Grando (2000), descrevendo sua investigação, relata que os alunos foram avaliados antes da aplicação dos jogos, por meio de provas cognitivas piagetianas clássicas, de avaliação cognitiva do estágio operatório concreto e operatório formal. Foram aplicadas as provas que abordavam abstrações, diferenciações e integrações no emprego de operações aritméticas elementares: a prova das construções de “muros”, na qual os alunos reproduziam e comparavam “muros” construídos com peças de tamanhos proporcionais e cores diferentes (conservação, proporcionalidade, reversibilidade); a prova dos arranjos: combinações e permutações, em que os discentes combinavam cores diferentes (2 a 2, 3 a 3 e, assim, sucessivamente) até construírem uma lei geral, que relacionava a quantidade de cores e o número de arranjos possíveis (regularidade, construção da lei geral); a prova sobre a frequência das oscilações do pêndulo e as operações de exclusão, nas quais se variavam o comprimento do barbante, o peso, a altura a soltar o objeto e o impulso (conceitos físicos: força, massa, movimento) – variabilidade e dependência. Considera essas provas parâmetros para caracterizar os alunos quanto ao nível de desenvolvimento cognitivo a que pertenciam, a fim de possibilitar um melhor delineamento das atividades de intervenção com os jogos e de reconhecimento inicial dos sujeitos e de suas possibilidades cognitivas.

Grando (2000) finaliza seu trabalho mencionando a relevância de considerar a sala de aula um ambiente de investigação para o professor pesquisador e que sua pesquisa contribuiu para uma reflexão sobre a prática pedagógica e didática da Matemática, no sentido de melhorar o ensino da Matemática atual e aproximar, cada vez mais, o aluno de uma aprendizagem significativa, como também, conferir ao ensino da Matemática momentos de alegria, descontração, paixão e envolvimento, pela atividade lúdica que o jogo representa.

A potenciação e a radiciação são conteúdos que começam a serem abordados no 5º ano e, gradativamente, vão adquirindo maior complexidade até o 9º ano, quando

é finalizado em nível de ensino fundamental com a racionalização de denominadores. De maneira geral, é um conteúdo trabalhado com explicações das definições e propriedades e, posteriormente, realização de exercícios.

Na sua dissertação, Feltes (2007) realizou uma pesquisa, objetivando analisar erros cometidos por alunos do Ensino Fundamental e Médio, ao resolverem testes sobre potenciação, radiciação e equações exponenciais. A investigação desenvolveu-se nos 8º e 9º anos do Ensino Fundamental e no 1º ano do Ensino Médio, de escolas públicas e particulares. A dissertação consistiu na classificação dos erros nas respostas escritas dos estudantes, ao resolverem testes sobre potenciação, radiciação e equações exponenciais, bem como na análise das respostas a um questionário aplicado a professores de Matemática das escolas envolvidas, sobre os erros cometidos pelos alunos.

Pelo número de ocorrências em cada classe, bem como pela análise qualitativa das respostas, Feltes (2007) concluiu que as maiores dificuldades relacionavam-se às operações numéricas e às propriedades da potenciação. Os professores entrevistados consideraram que, em geral, os erros são causados pela falta de estudo e de atenção. As alternativas, por eles sugeridas, para auxiliar os estudantes, em geral, envolviam a repetição dos conteúdos e a realização de exercícios de fixação.

Portanto, segundo Feltes (2007), mesmo sendo um conteúdo curricular abordado desde o 5º ano, os alunos apresentam muitas dificuldades quando entram no ensino médio e precisam desse conhecimento para o estudo, especificadamente, de equações exponenciais. Referindo-se à matemática, Feltes (2007, p. 75-76) diz pensar que:

No ensino dessa disciplina deve prevalecer uma aplicação prática dos conteúdos, para que tragam significados reais da Matemática do dia-a-dia dos alunos, bem como gerar situações problemas e desafios matemáticos para discussões em sala, pois as repetições de procedimentos nas resoluções de grandes listas de exercícios não levam à aprendizagem dos conteúdos, mas a uma exaustão até chegar ao domínio formal dos procedimentos.

Santos (2008), em sua dissertação, realizou uma pesquisa com 48 alunos do 1º Ciclo de Educação Básica de uma escola particular para determinar a eficácia de práticas pedagógicas baseadas numa abordagem com jogos didáticos. Os alunos foram

separados em dois grupos, ambos submetidos a atividades com jogos didáticos, sendo que o grupo de estudo teve atividades com jogos didaticamente orientadas, e o grupo de controle não teve a mesma orientação. O estudo realizou-se em três etapas, iniciou-se com um teste de Matemática baseado no programa oficial (pré-teste), prosseguiram normalmente com as aulas, mas o grupo de estudo recebeu, adicionalmente, atividades com jogos didáticos direcionados com intencionalidade a abordagens matemáticas por um período de cinco semanas. Na última etapa, todos os alunos foram submetidos a outro teste de Matemática (pós-teste). A análise dos grupos demonstrou um aumento estatisticamente significativo, acima dos 13%, para o grupo de estudo sobre o grupo de controle.

Santos (2008) relata que, devido a resultados pouco animadores de estudos que aferem as competências matemáticas, o governo português resolveu melhorar e inovar o sistema educativo, inclusive na formação docente, com programas de atualização e aperfeiçoamento para professores do primeiro e segundo ciclos do Ensino Básico e campeonatos nacionais de jogos matemáticos, promovidos em conjunto pela Associação de Professores de Matemática (APM), Sociedade Portuguesa de Matemática (SPM) e a Associação *Ludus*. Para Santos (2008), o jogo educativo tem possui sempre a função lúdica, na qual se encontra o prazer, e a educativa, que propicia o desenvolvimento do aluno. O jogo educativo vem impregnado de distração e instrução.

Santos (2008) ressalta a importância dos jogos didáticos quando utilizados para introduzir, aprofundar e melhorar a compreensão de conceitos matemáticos; narra o interesse de muitos matemáticos pelos jogos, como Euclides, Fibonacci, Euler etc. O autor expõe a visão de Postman (1996) contrária à utilização generalizada dos jogos no ensino: o ato de aprender não é sempre divertido, os jogos excluem alguns alunos e podem distrair as atenções da verdadeira aprendizagem; se forem pobres em conteúdos, podem ser desanimadores, são caros e demoram muito mais tempo a realizar. Mas, de acordo com Santos (2008, p. 33) esses argumentos apontam para investigações fragmentadas, “fragilizando-as e tornando estes estudos insuficientes

para suportar o desenvolvimento de paradigmas de investigações sobre a utilização de jogos no ensino da matemática”.

O autor explicita que a abordagem com jogos é significativa para o processo de ensino-aprendizagem, porém cinco semanas representa pouco tempo para se aferir mudanças de comportamento e aprendizagem sólida em matemática. Alude a coexistência dos jogos como instrumentos auxiliares, juntamente com outras estratégias didáticas para potencializar a aprendizagem.

Em seu trabalho, Bacury (2009) buscou verificar se os jogos contribuem para a melhoria do processo ensino-aprendizagem da Matemática, identificando as principais dificuldades no ensino das operações básicas (Adição, Subtração, Multiplicação e Divisão) no Conjunto dos Números Inteiros Relativos, aplicando diferentes jogos na sala de aula e analisando o(s) jogo(s) que contribuem para a melhoria no ensino-aprendizagem das operações básicas no Conjunto dos Números Inteiros Relativos. Segundo o autor, seu trabalho possui “grande relevância acadêmica, visto que as pesquisas na área da Educação Matemática no Estado do Amazonas ainda são incipientes” (BACURY, 2009, p.9). Contudo, ressalta que seu objetivo não é apresentar o jogo como a solução para o problema da aprendizagem e a ojeriza à Matemática, mas sim, como uma ferramenta para o seu ensino-aprendizagem.

Declara que o jogo é uma alternativa prazerosa, desafiadora e problematizadora, contribuindo para o rompimento de uma prática pedagógica baseada na repetição. A pesquisa ocorreu com 56 alunos do 7º ano de uma instituição pública de ensino e utilizou, como instrumento de análise, a observação estruturada (questionários, filmagens e registros fotográficos), construção e aplicação de jogos.

Relata que a ludicidade deve deixar de ser uma simples atividade descomprometida de resultados, voltada apenas à educação infantil, para relacionar-se com estudos acerca das fases do desenvolvimento humano. O autor narra a aplicação de uma oficina pedagógica sobre jogos matemáticos, utilizada como pré-teste, oferecida pela Faculdade de Educação – FACED da Universidade Federal do Amazonas – UFAM para os alunos do curso de Pedagogia e outros afins. Assim, tal

evento foi embasamento para simular toda a estrutura acerca da construção dos jogos, assim como, obviamente, da aplicação dos questionários.

Na análise final, constatou que os professores têm conhecimento do emprego dos jogos no ensino da Matemática (porém não os utilizam) e mostrou, a partir da análise dos questionários, *a priori* e *a posteriori*, a aplicação dos jogos que, quando são utilizados, facilitam o aprendizado da Matemática, tornando-a prazerosa e praticamente extinguindo sua ojeriza por parte dos alunos. De acordo com Bacury (2009), o jogo aproxima o aluno do conhecimento matemático, repelindo, muitas vezes, o sentimento secular de medo que os discentes carregam, “quando inseridos de forma coerente na realidade do aluno apresenta-se como possível alternativa para se desencadear um processo de ensino que valorize o ‘fazer matemática’, ou seja, o fazer com compreensão, pelo aluno” (BACURY, 2009, p.18).

Também menciona que, por meio do jogo, o aluno pode despertar uma paixão pela Matemática, porque está trabalhando de forma mais concreta. A utilização de atividades lúdicas agrega, além dos aspectos cognitivos, o aspecto afetivo, desencadeado pela ação do jogo pela aproximação dos jogadores. Bacury (2009) reforça que “o jogo não pode ser simplesmente considerado como um lazer sem uma função específica, [ou seja, um passatempo interessante], para o desenvolvimento da inteligência na criança ou em determinadas atividades, sirva apenas de exercício físico” (Ibid., p.26)

Assim como todos os autores citados, compartilha-se da ideia de que os jogos exercem uma influência dinamizadora no processo de ensino-aprendizagem da matemática. O estudo desses artigos, dissertações e tese propiciaram um enriquecimento da proposta que se pretende desenvolver, permitindo um aprofundamento da sequência didática a ser trabalhada. Investiga-se a contribuição que os jogos proporcionam no processo de ensino-aprendizagem da potenciação e radiciação por meio de uma abordagem diferenciada que explore suas definições e propriedades por intermédio de atividades atreladas à ludicidade. Portanto, esta proposta vem acrescentar às investigações realizadas acima uma sequência detalhada de jogos visando contribuir paulatinamente para a construção sólida do conhecimento

acerca da potenciação e radiciação, que embasarão o estudo de equações do 2º grau, equações biquadradas, equações irracionais, Teorema de Pitágoras, juros compostos, funções quadráticas, exponenciais e logarítmicas, etc., além de contribuir para a aprendizagem de conteúdos vinculados à Biologia, Química e Física.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Objetivos e Métodos

Os estudos realizados, nos capítulos anteriores, fundamentaram a elaboração de uma proposta didática para diagnosticar se a utilização de jogos matemáticos no 9º ano do ensino fundamental favorece o processo de ensino-aprendizagem da Potenciação e Radiciação. Foram realizados estudos teóricos que permitiram um maior embasamento a respeito da utilização de jogos matemáticos, em sala de aula, enquanto recurso didático. Posteriormente, deu-se início à construção dos jogos. Desses, alguns foram retirados e adaptados de livros didáticos e artigos, lidos na internet, e outros elaborados.

A abordagem da Potenciação e Radiciação no 9º ano do Ensino Fundamental, com a inserção de jogos, possibilita aulas mais dinâmicas e significativas para o aluno. Como foi mencionado anteriormente, adotou-se, nesta proposta, a metodologia de ensino com a aplicação de jogos, intencionando aulas mais participativas e com maior aprendizagem, nas quais os alunos foram agentes ativos no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, Alves (2012, p.28), destaca que:

É notório que o jogo é uma atividade desencadeadora de diversas atitudes já pontuadas até o momento e que a validade dos jogos no ensino já não se limita apenas à matemática nem às crianças da pré-escola e do ensino fundamental. No entanto, essa é uma prática que se encontra ainda bastante resistência quando da sua aplicação nas aulas, de modo mais específico nas aulas de matemática, em outros níveis.

É preciso uma reflexão dos docentes no intuito de não ensinar somente o que e como lhe foram apresentados os conteúdos matemáticos no passado. Neste contexto, os objetivos a serem alcançados em meio à realização deste estudo são:

Objetivo Geral:

Elaborar uma proposta pedagógica de ensino, com caráter qualitativo, em que se trabalhem a **Potenciação e Radiciação** voltada para o 9º ano, fundamentada em estudos sobre a utilização dos jogos e nos referenciais dos PCN's, buscando diagnosticar se a utilização de jogos matemáticos auxilia o processo de ensino-aprendizagem.

Objetivos Específicos:

✓ Construir uma sequência de atividades a serem desenvolvidas em grupos ou individuais, que favoreça a construção dos conceitos e das propriedades da potenciação e radiciação.

✓ Aplicar jogos que envolvam, principalmente, o trabalho colaborativo, incentivando a interação entre os alunos, assim como as relações cognitivas, afetivas e sociais, além de propiciar também atitudes de crítica e criação nos alunos.

✓ Constatar a influência que os jogos promovem na abordagem da potenciação e radiciação concomitantemente aos conceitos teóricos.

Para alcançar tais objetivos, a proposta de ensino que aqui é sugerida deverá acontecer em três momentos. Sendo:

1º Momento: Aplicação do questionário *a priori*;

2º Momento: Abordagem do Conceito e Propriedades da Potenciação e Radiciação por meio de jogos;

3º Momento: Conversas informais e aplicação do questionário *a posteriori*.

Os participantes da pesquisa, que aconteceu de fevereiro a março de 2014 (período correspondente à 1ª unidade), são alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio da Polícia Militar de Pernambuco – Anexo I (Petrolina), divididos em duas salas com 26 alunos cada uma e pertencentes ao turno matutino. A escola tem três anos de existência, com uma clientela de condições financeiras variadas e oriunda de diferentes bairros (ou cidades circunvizinhas). Em inúmeras conversas com os discentes e na análise das médias bimestrais em matemática de anos anteriores, percebeu-se a necessidade de dinamizar as aulas para promover uma maior interação

entre alunos e entre alunos e professor. O não gostar, o nervosismo ou o temor pelos conteúdos matemáticos é algo unânime nas turmas; é preciso buscar alternativas para abordar os conteúdos do currículo, mas este trabalho não despreza a teoria, outrossim, agrega-o às atividades lúdicas.

A escola foi informada da aplicação da dissertação por meio da coordenação pedagógica, que tem previamente conhecimento do planejamento mensal do docente, assim como os alunos também foram comunicados da realização deste trabalho, que aconteceria na primeira unidade. Os questionários foram respondidos sem identificação e as fotografias retiradas durante os jogos comporiam apenas o acervo pessoal da pesquisadora, não são divulgadas.

3.2 Resultados e Discussão do questionário *a priori*.

Este questionário (ver anexo 1) possui a finalidade de analisar a percepção dos conhecimentos matemáticos dos alunos, refletir sobre a importância que dão a matemática no seu dia a dia e que dificuldades apresentam durante as aulas, para que se busquem caminhos por meio dos jogos para melhorar o processo de ensino-aprendizagem da potenciação e radiciação.

Após a aplicação do questionário *a priori* com os 56 alunos, foi realizada a tabulação dos dados e a construção de gráficos para melhor interpretar a pesquisa. Esses permitiram uma reflexão quantitativa e qualitativa acerca das respostas dos discentes. Verificou-se, no gráfico 1, que a maior parte dos alunos pesquisados (73%) consegue identificar conteúdos matemáticos nas situações que vivenciam no cotidiano, sendo equivalente o percentual dos que os consideram importantes e gostam, dos que consideram importante e não gostam da matemática, conforme representa o gráfico 2. A maioria (62%) reconhece a existência de dificuldade na aprendizagem e aponta a indisciplina da turma (54%) e a não compreensão da explicação (46%) como os fatores preponderantes, conforme análise dos gráficos 3 e 5, para explicar a presença de notas baixas nas avaliações escritas, conforme gráfico 4. Uma vez observado o gráfico 8, sobre a postura durante as explicações do conteúdo, 35% afirmam prestar atenção e

não participar, 31% prestam atenção e participam, e 27% prestam atenção, participando e fazendo anotações importantes.

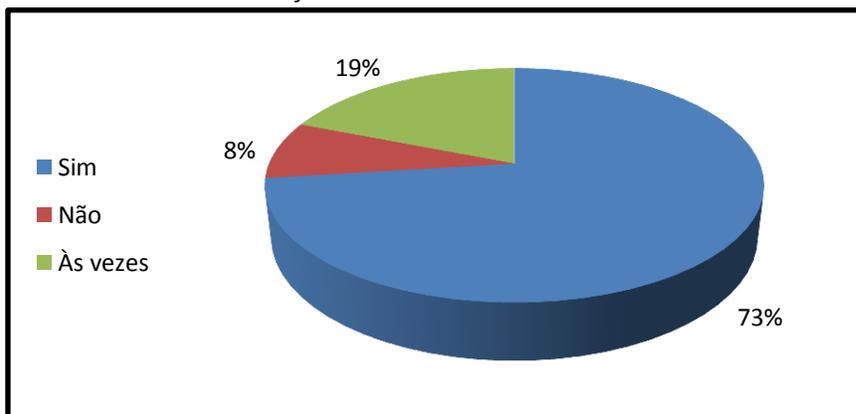
Nas informações do gráfico 6, os alunos apresentaram percentuais equivalentes diante das dificuldades de trabalhar com situações problemas, seja na interpretação e compreensão, na identificação das informações matemáticas e em ambas. Essa dificuldade, quando averiguada do gráfico 7, gira em torno da organização dos dados (32%), na forma como serão utilizados os dados do problema (27%) e na aplicação dos conceitos trabalhados em sala para resolver o problema (33%). No que se refere à utilização dos conhecimentos matemáticos no cotidiano, a metade, como se observa no gráfico 11, usa casualmente para as operações básicas, 27% incrementa para medir, organizar, jogar, criar e montar diversas coisas, mesmo que inconscientemente, e 23% usa conscientemente. A maioria (69%) teve contato com jogos matemáticos em sala de aula e 19% em computadores, de acordo com o gráfico 9. Observa-se que a metodologia das aulas de matemática está restrita, de maneira geral, conforme o gráfico 10 a aulas expositivas; portanto, é essencial buscar novos paradigmas que promovam uma aprendizagem significativa, seja junto das coordenações pedagógicas, das secretarias de educação ou grupos de pesquisa.

Constata-se que a maioria dos alunos identifica os conteúdos matemáticos estudados no seu dia a dia e independente da utilização e afinidade sabe da sua importância. Os índices de dificuldade em matemática e notas baixas precisam ser pauta de reflexões por parte dos alunos, docentes e coordenações na busca por alternativas para revertê-los, pois a indisciplina dos alunos é fator que colabora de forma estereotipada. A interpretação/compreensão e identificação de informações contidas no texto são problemas que impedem a resolução de situações-problema, assim como conversas e distrações durante as explicações do professor.

A análise dos gráficos confeccionados a partir do questionário *a priori* propiciou a elaboração de onze jogos que visam contribuir para o processo de aquisição de conceitos e propriedades da potenciação e radiciação, de forma dinâmica, prazerosa, lúdica e colocando o educando como sujeito ativo e responsável pela construção do

seu saber sistematizado, no qual o objetivo primordial é promover uma aprendizagem significativa.

Gráfico 2: Identificação de Conteúdos Matemáticos no cotidiano



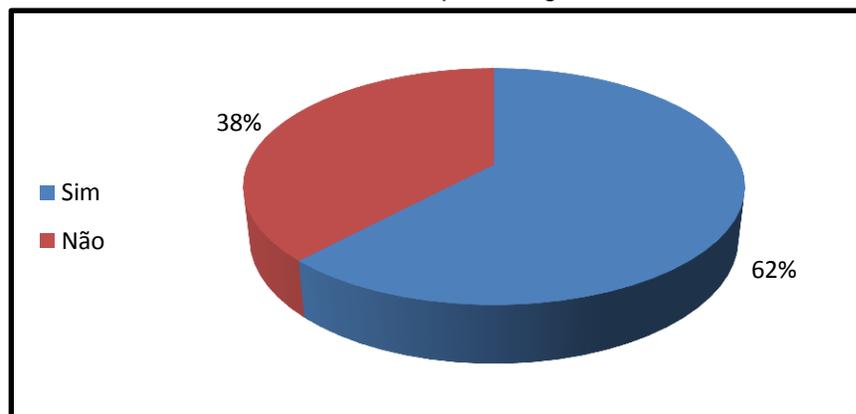
Fonte: Autora

Gráfico 3: Importância da Matemática



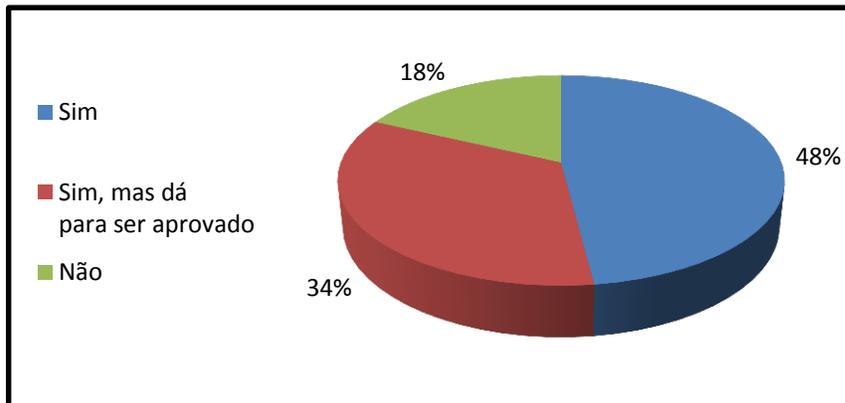
Fonte: Autora

Gráfico 1: Dificuldades na aprendizagem da Matemática



Fonte: Autora

Gráfico 4: Notas baixas em Matemática



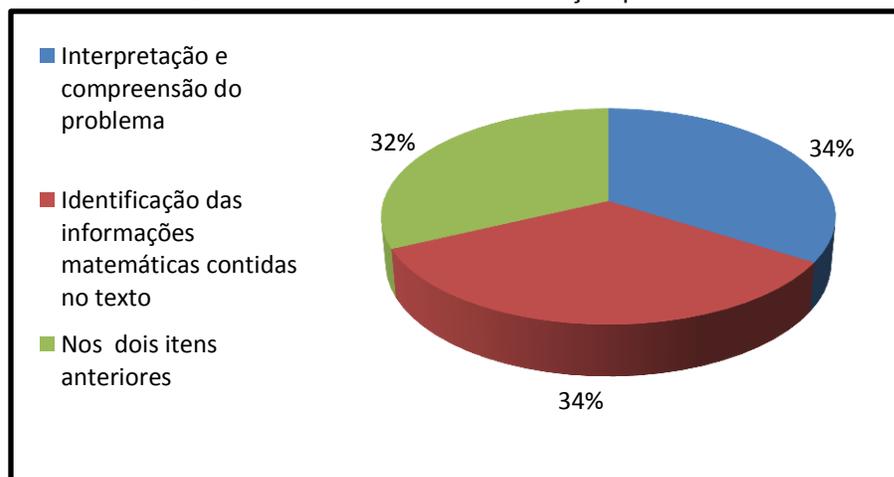
Fonte: Autora

Gráfico 5: Dificuldade nas aulas de Matemática



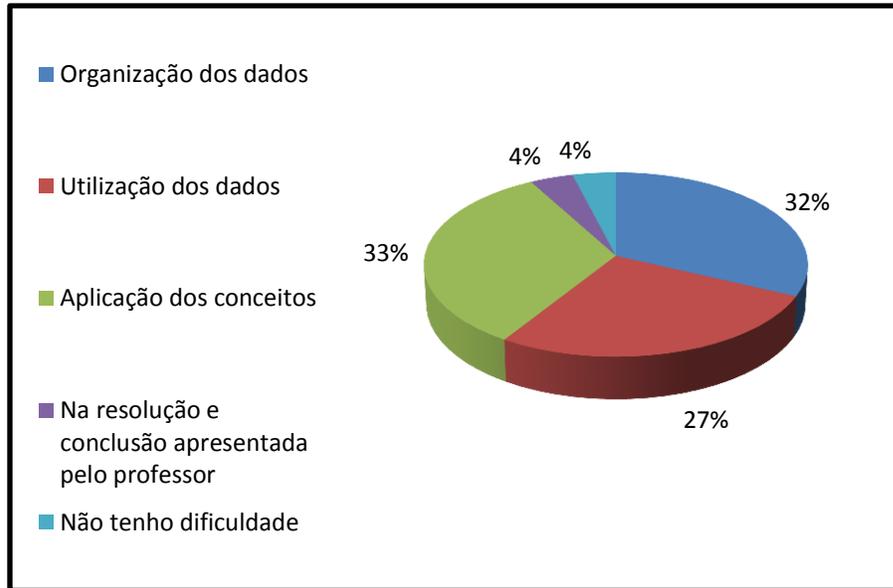
Fonte: Autora

Gráfico 6: Dificuldades em situação-problema



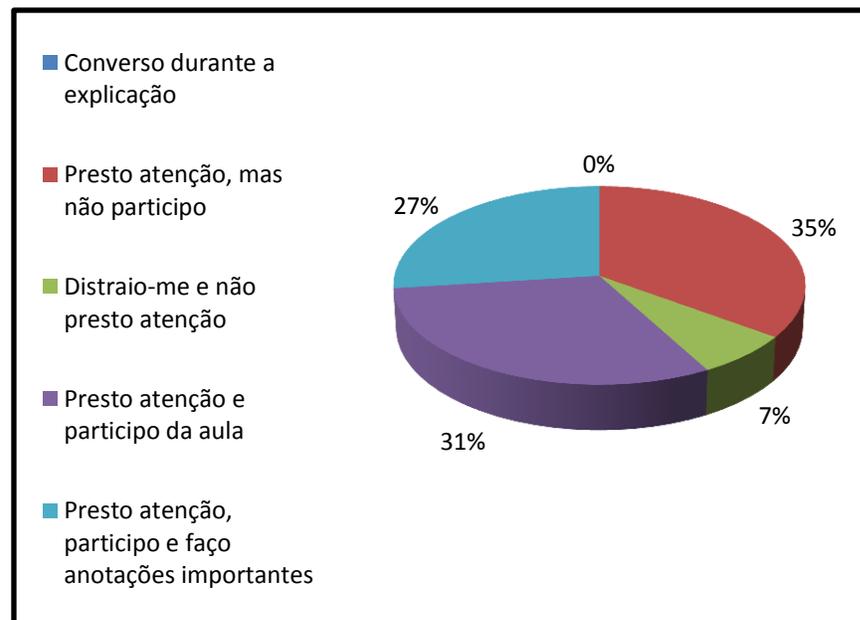
Fonte: Autora

Gráfico 7: Dificuldade na resolução de situações-problemas



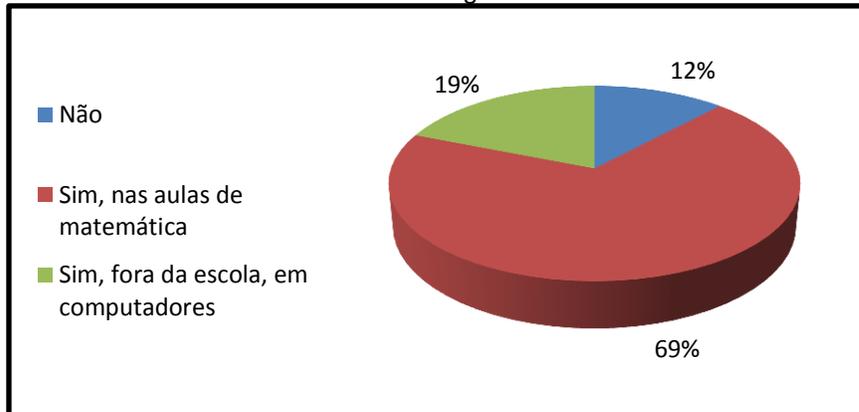
Fonte: Autora

Gráfico 8: No decorrer da aula



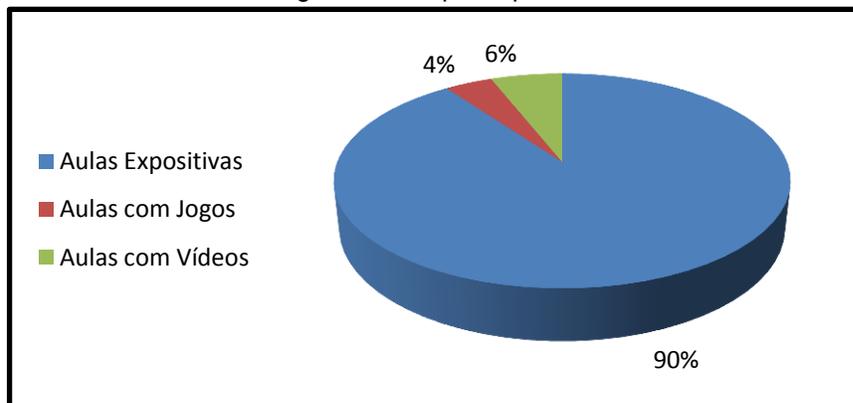
Fonte: Autora

Gráfico 9: Contato com Jogos Matemáticos



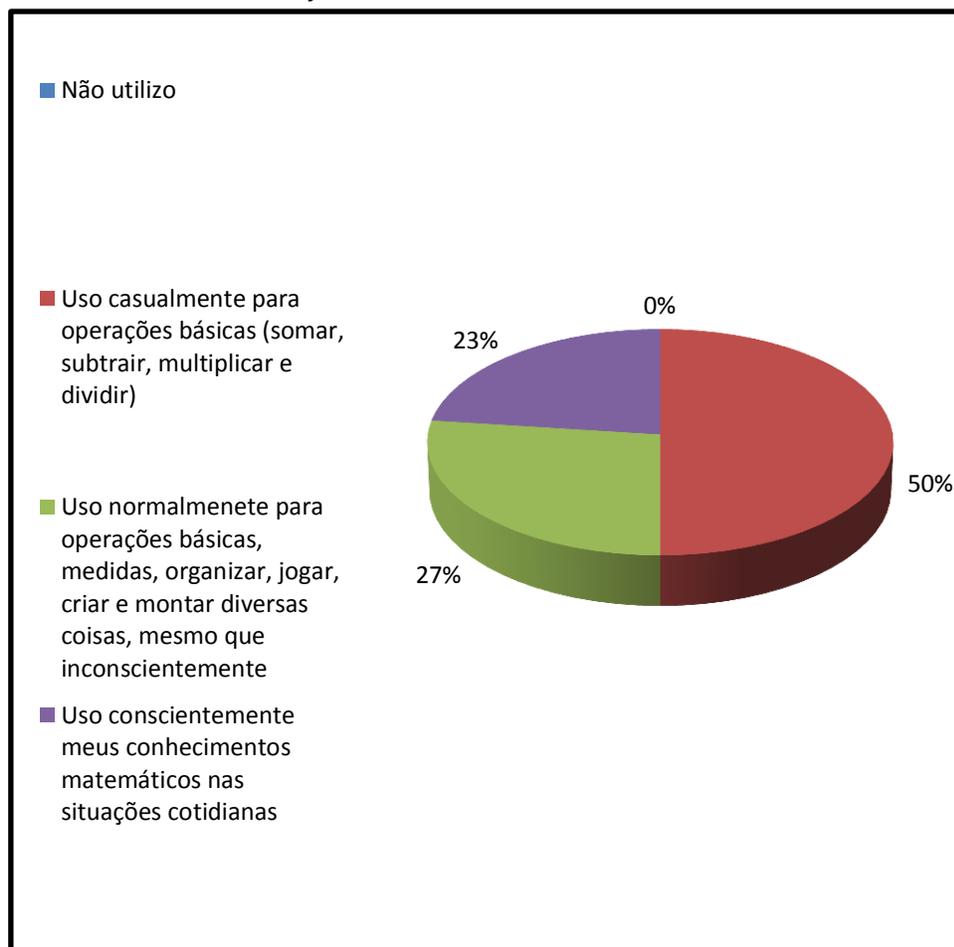
Fonte: Autora

Gráfico 10: Metodologia adotada pelos professores de Matemática



Fonte: Autora

Gráfico 11: Utilização dos conhecimentos matemáticos no cotidiano



Fonte: Autora

3.3 Jogos Aplicados.

1- Bingo Relâmpago

Finalidade: Abordar a potenciação dos números naturais, as operações e a rapidez nos cálculos matemáticos.

Organização: Individual.

Recursos: Papel ofício, lápis, computador e impressora.

Regras:

-Cada aluno recebe sua cartela, e a professora sorteia de forma rápida as pedras com o resultado final das somas ou subtrações das potências que estão presentes na cartela.

-Os alunos descobrem o resultado da pedra sorteada pela professora e marcam na cartela.

-Como todas as cartelas são iguais, mudando apenas a ordem, ganha o aluno que for mais rápido na execução das operações e marcação na cartela.

Figura 14: Cartelas para o Bingo Relâmpago

$4^2 + \sqrt{25}$	$3^2 + 13$	$5^2 - 2$	$4^2 + 2^3$
5^2	$5^2 + 5^0$	3^3	$6^2 - 6^0$
$5^2 + 6$	$5^2 + 3^2$	$5^2 + 3^1$	$5^2 + 5$
6^2	$5^2 + 2^2$	$6^2 - 4$	$5^2 + 2^3$

$6^2 - 6^0$	6^2	$3^2 + 13$	$5^2 + 2^3$
$5^2 + 3^1$	$4^2 + \sqrt{25}$	$5^2 + 3^2$	5^2
$5^2 + 6$	$5^2 + 5$	$5^2 - 2$	3^3
$4^2 + 2^3$	$5^2 + 5^0$	$5^2 + 2^2$	$6^2 - 4$

$5^2 + 3^2$	$5^2 + 3^1$	$5^2 + 5$	$4^2 + 2^3$
$5^2 + 2^2$	$5^2 + 6$	$4^2 + \sqrt{25}$	$6^2 - 6^0$
$3^2 + 13$	$5^2 + 5^0$	5^2	3^3
$5^2 + 2^3$	$6^2 - 4$	$5^2 - 2$	6^2

$4^2 + 2^3$	6^2	$5^2 + 3^2$	$5^2 + 5^0$
$5^2 + 2^3$	$5^2 - 2$	5^2	$5^2 + 5$
$5^2 + 3^1$	$3^2 + 13$	$6^2 - 6^0$	$6^2 - 4$
$5^2 + 6$	$5^2 + 2^2$	3^3	$4^2 + \sqrt{25}$

$5^2 + 5^0$	$5^2 + 2^3$	$5^2 + 5$	$4^2 + \sqrt{25}$
6^2	$5^2 + 3^1$	$5^2 + 6$	$5^2 + 3^2$
3^3	$3^2 + 13$	$5^2 - 2$	$4^2 + 2^3$
$6^2 - 4$	5^2	$5^2 + 2^2$	$6^2 - 6^0$

5^2	6^2	$5^2 - 2$	$4^2 + 2^3$
$3^2 + 13$	$6^2 - 4$	$5^2 + 6$	$5^2 + 2^2$
3^3	$5^2 + 2^3$	$5^2 + 5$	$4^2 + \sqrt{25}$
$5^2 + 3^1$	$6^2 - 6^0$	$5^2 + 3^2$	$5^2 + 5^0$

Fonte: Autora

2- Cartelas Mágicas (Jogo retirado do Projeto Teia do Saber, escrito por Teresinha da Silva Ramalho)

Finalidade: Este jogo explora as operações, a fatoração e a potenciação, além de trabalhar o raciocínio lógico.

Organização: Grupos de quatro pessoas.

Recursos: Folhas de ofício (amarela, branca, azul, verde e rosa), lápis, cartelas e impressora.

Regras:

- A atividade é desenvolvida em grupos, mas cada participante possui suas cartelas.
- Cada membro da equipe faz no caderno a fatoração dos números de 1 a 31 na forma de potência de base 2 ou soma de potências de base 2 (ver figura 39 e 40)
- Para montar as cartelas, leva-se em consideração a existência das potências 2^0 , 2^1 , 2^2 , 2^3 e 2^4 na fatoração dos números, seguindo a orientação:
A cartela Branca representa os números que possuem, na fatoração, a potência de base 2 elevada à 0.
A cartela Amarela representa os números que possuem, na fatoração, a potência de base 2 elevada à 1.
A cartela Verde representa os números que possuem, na fatoração, a potência de base 2 elevada à 2.
A cartela Azul representa os números que possuem, na fatoração, a potência de base 2 elevada à 3.
A cartela Rosa representa os números que possuem, na fatoração, a potência de base 2 elevada à 4.
- Depois de todas as cartelas confeccionadas, pede-se para o aluno pensar num número de 1 a 31.
- Mostram-se as 5 cartelas, perguntando a quais cartelas pertence o número pensado por ele. Assim, “adivinha-se” o número pensado.
- Ganha o jogo a equipe que conseguir descobrir o segredo para tal “adivinhação”.

Figura 15: Cartelas depois de preenchidas para o Jogo Cartelas Mágicas

BRANCA				AMARELA				VERDE			
1	3	5	7	2	3	6	7	4	5	6	7
9	11	13	15	10	11	14	15	12	13	14	15
17	19	21	23	18	19	22	23	20	21	22	23
25	27	29	31	26	27	30	31	28	29	30	31

AZUL				ROSA			
8	9	10	11	16	17	18	19
12	13	14	15	20	21	22	23
24	25	26	27	24	25	26	27
28	29	30	31	28	29	30	31

Fonte: Autora

3- Corrida da Potenciação (Jogo retirado do artigo de Adelson Carlos Madruga e Elisangela Mário da Silva)

Finalidade: Abordar a potenciação e as operações com números inteiros.

Recursos: Caixa coberta para usar como dado com faces, contendo os números 3, 2, 1, -1, -2 e -3, folhas de ofício (amarela e branco), estojos para usar como peões, cola, fita adesiva, pincel e pátio da escola (ver figura 42 e 43).

Organização: Grupos de quatro alunos.

Regras:

- Cada grupo deverá jogar o dado para substituir o valor obtido na expressão na qual se encontra e realizar a operação indicada. O resultado positivo indica quantas casas irá andar para frente, e o resultado negativo indica quantas casas irá andar para trás.
- Ganha o grupo que conseguir chegar em primeiro lugar à “chegada”.

Figura 16: Tabuleiro para a Corrida da Potenciação

SAÍDA CHEGADA	$\square^2 - 3$	$\square^2 + 1$	$\square^2 - 4$	$\square^2 - 2$	Volte à saída.	$-\square^2 + 3$	\square^2	$\square^2 - 4$	\square^2	$\square^2 - 3$	Avance uma casa e jogue novamente.
\square^2											$\square^2 - 2$
Volte 2 casas.											$\square^2 - 3$
$\square^2 + 3$											Avance duas casas.
\square^2											\square^2
$\square^2 + 4$											\square^2
$\square^2 - 3$											$\square^2 - 4$
Avance uma casa e jogue novamente.	$-\square^2 + 3$	$\square^2 + 3$	\square^2	$\square^2 + 1$	Passa a vez de jogar.	$\square^2 - 4$	Avance 3 casas.	$\square^2 - 1$	\square^2	$\square^2 - 2$	Avance uma casa e continue ao tirar um nº negativo.

Fonte: Autora

4- Quadrado Mágico das Potências

Finalidade: Este jogo explora as operações, os conceitos e as propriedades da potenciação.

Organização da classe: Grupos de quatro pessoas.

Recursos: Lápis, cartela, cola, tesoura, fita adesiva, tabuleiro, computador e impressora.

Regras:

- Forme grupos de quatro pessoas, mas cada aluno terá seu tabuleiro e sua cartela.
- Usando as propriedades da potenciação descubra os valores de n em cada quadrinho da cartela que você recebeu (ver figura 44).
 - Recorte cada quadrinho do tabuleiro e organize-os no tabuleiro de maneira que o valor de n encontrado em cada quadrinho represente soma zero em cada linha vertical e horizontal.
 - Obedecendo à regra do item anterior, descubra se é possível que a diagonal principal e a diagonal secundária possuam soma zero.
- Fixe seu tabuleiro na parede da sala de aula colocando abaixo dele o valor da soma:
 - a) das linhas horizontais;
 - b) das linhas verticais;
 - c) da diagonal principal e da diagonal secundária.
- Ganha o jogo a equipe que primeiro colar todos os tabuleiros na parede da sala de aula com resoluções matematicamente corretas, mas esses devem apresentar soma das diagonais e linhas com valor zero.

Figura 17: Cartela e Tabuleiro para o Jogo Quadrado Mágico das Potências

$(2^4 : 2^4) : 2^0 = 2^0$	$3^0 \cdot 3^0 = 3$	$2^{-2} \cdot 2^n = 2^{-2}$	$4^5 : 2^n = 2^0$
$100 \cdot 1000 = 10^n$	$\frac{243 \cdot 3^4}{(3^7)^4} = 3$	$7^4 : 7^6 = 7^n$	$64 \cdot 2^{-3} = 2^n$
$6^{-27} : 6^{-22} = 6^n$	$(2^{-4})^n = 8$	$5^{20} \cdot 5^{-24} \cdot 5^9 = 5^n$	$(2 \cdot 2^n)^2 = 256$
$2^7 \cdot 2^n = 16$	$13 \cdot 13^0 \cdot 169 = 13$	$11^{18} \cdot 11^4 \cdot 11^7 = 11^{29}$	$(125)^5 : 5^{22} = 5^n$

Fonte: Autora

5- QC da NC (Quebra-cabeça da Notação Científica)

Finalidade: Trabalhar a notação científica com dados referentes a assuntos diversificados.

Organização: Equipes com quatro alunos.

Recursos: Folhas de ofício, lápis, pinceis, computador e impressora.

Regras:

-As equipes recebem os cartazes com números muito grandes ou muito pequenos e devem escrevê-los na forma de notação científica.

-Ganha o grupo que primeiro conseguir escrever matematicamente todos os números em notação científica e colar os cartazes na parede da sala.

- Cada grupo recebe dois tabuleiros, seis cartões para o primeiro tabuleiro e cinco cartões para o segundo tabuleiro.
- O primeiro tabuleiro deve conter os cartões organizados de maneira a obter soma $15\sqrt{3}$, e o segundo tabuleiro soma 90 nas linhas verticais, horizontais e nas diagonais principais e secundarias.
- Ganha o jogo a equipe que primeiro montar as somas corretamente.

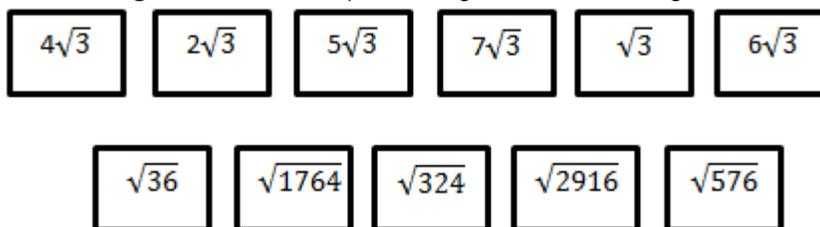
Figura 19: Tabuleiros para o Jogo Quadrados Mágicos

	$9\sqrt{3}$	
$3\sqrt{3}$		
$8\sqrt{3}$		

$\sqrt{1296}$		$\sqrt{2304}$
	$\sqrt{900}$	
$\sqrt{144}$		

Fonte: Autora

Figura 20: Cartelas para o Jogo Quadrados Mágicos



Fonte: Autora

7- Casamentos dos Bichos (Jogo adaptado de autor desconhecido)

Finalidade: Abordar as operações, a fatoração e conceitos de radiciação.

Organização: Equipes de quatro alunos.

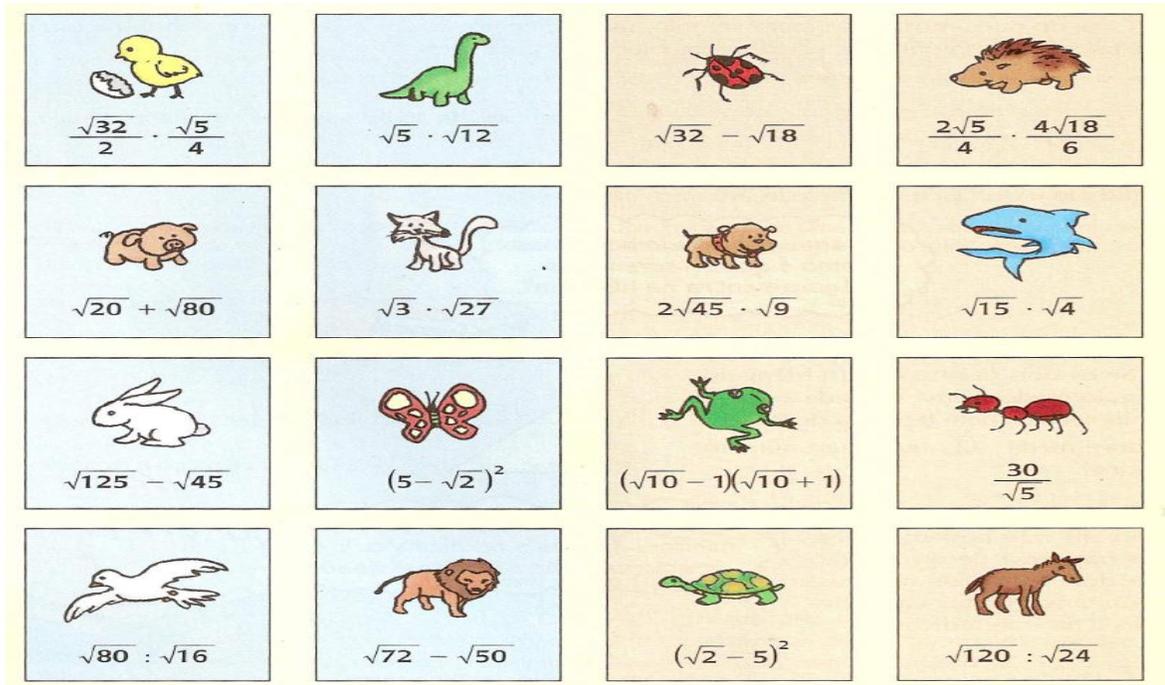
Recurso: Folhas, lápis, tesoura, cola, fita adesiva, cartela, tabuleiro, computador e impressora.

Regras:

- O aluno deve simplificar no seu caderno cada expressão que representa o quadrado do respectivo animal na cartela (ver figura 36).
- Depois recortar e colar os animais no tabuleiro de acordo com as respostas encontradas, colocar os respectivos cálculos abaixo do animal.

-Vence o jogo a equipe que primeiro completar o tabuleiro corretamente e colá-lo na parede da sala.

Figura 21: Cartela para o jogo Casamento dos Bichos



Fonte: Desconhecida

Figura 22: Tabuleiro para o jogo Casamento dos Bichos

CASAMENTO DOS BICHOS		SOLTEIROS	
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>

TODOS ESTES BICHOS CASARAM-SE NO MESMO DIA NA FLORESTA E AQUELE QUE TIVER A SORTE DE POSSUIR O VALOR SEMELHANTE AO DESAFIO AO LADO GANHARÁ UMA VIAGEM NO TRANSATLÂNTICO VOLTA AO MUNDO. QUEM FOI O BICHO SORTEADO OU OS BICHOS SORTEADOS??? ESCREVA ABAIXO.

$\frac{\sqrt{5} + \sqrt{2}}{\sqrt{5}} + \frac{\sqrt{5} - \sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

Fonte: Autora

8- Bingo dos Quadrados Perfeitos.

Finalidade: Trabalhar as raízes quadradas de números quadrados perfeitos maiores que 100 sem calculadora.

Organização: Individual.

Recursos: Folhas de ofício coloridas, lápis, computador e impressora.

Regras:

- O aluno deve escolher 16 números de 20 a 50, que serão as raízes dos quadrados perfeitos sorteados.
- Preencher a cartela com os 16 números escolhidos.
- O professor irá ditar as pedras na forma de raiz, por exemplo, $\sqrt{529}$, $\sqrt{1369}$, etc, e o aluno irá marca sua respectiva raiz na cartela.
- Ganha o aluno que marcar todos os números cujas raízes quadradas estejam na sua cartela.

Figura 23: Cartela do Bingo dos Quadrados Perfeitos

Fonte: Autora

9- Atividade Lúdica (Jogo adaptado do livro Praticando Matemática)

Finalidade: Trabalhar potenciação, radiciação, divisibilidade e expressões numéricas.

Organização: Grupos de quatro pessoas.

Recursos: Papel ofício, lápis, lápis de cor, fita adesiva, cartelas com frases e cartelas com os pontos, computador e impressora.

Regras:

-Completar os espaços nas frases das cartelas que cada membro da equipe receberá (O 1º membro receberá a cartela da letra a até a letra e, o 2º membro da equipe da letra f até a letra j e, assim, sucessivamente) e, à medida que forem achando as respostas, ligar os pontos correspondentes às respostas na folha anexa. No final, teremos uma figura.

- Ganha a equipe quem primeiro desenhar e pintar a figura e todos os membros colarem na parede da sala (ver figura 41).

Figura 24: Cartelas utilizadas no Jogo Atividade Ludo-Pedagógica

a) O menor número natural não nulo é _____.
b) O sucessor par do número 1 é _____.
c) O valor da potência 2^4 é _____.
d) O resultado ou quociente de $\frac{121}{11}$ é _____.
e) $\sqrt{125}$ vale _____.
f) O valor da expressão $2^4 - 2^0$ é _____.
g) Um número elevado ao quadrado dá 49; esse número é _____.
h) O valor da expressão $\frac{\sqrt{64}}{2} - 10^0 + 10$ é _____.
i) O único número da sequência: 1,4,9,16,23, 36 que não é um quadrado perfeito é ____.
j) Os números 2, 12, 21, 78, 626, 1890, 1894 são divisíveis por dois, exceto _____.
k) Um número n elevado ao cubo vale 64; o número n é _____.
l) O valor da expressão $5^2 + 2$ é _____.
m) O cubo do número 2 vale _____.
n) O número de elementos do conjunto formado pelos números naturais não nulos menores que 3 é _____.
o) A raiz quadrada do valor da expressão $2^5 + 2(3^3 : 9 - 1)$ é _____.
p) A metade do valor da expressão $2^4(7.3 - 5) + (3^3 + 2^3) : 7$ é _____.
q) O valor da expressão $5^2 - 1$ é _____.
r) O dobro de $\sqrt{81}$ é _____.
s) O expoente do número 20 000 000 000 000 000 em notação científica é _____.
t) O antecessor do número 11 é _____.
u) O dobro do sucessor do número 10 é _____.
v) A raiz quadrada de 3^4 é _____.
w) Se $x^3 = 1000$, então $2x$ é igual a _____.
x) Entre os números 14, 17, 16, 5, o único divisível por 5 é _____.
y) O valor da expressão $20 - (6 + 4 - 7)$ é _____.
z) Do número 2000, você subtrai 1280. A seguir, divide o resultado por 5. A raiz quadrada do número que você obteve é igual a _____.

Fonte: Andrini & Vasconcelos

Figura 25: Cartela para Jogo Atividade Ludo-Pedagógica.



Fonte: Andrini & Vasconcelos

10- Locomotiva Radipoten

Finalidade: Abordar, concomitantemente, conceitos de potenciação e radiciação.

Organização: Grupos de quatro alunos.

Recursos: Folhas de ofício coloridas, tesoura, fita adesiva, cartelas e impressão da frente da locomotiva e das rodas, computador e impressora.

Regras:

-O grupo receberá 48 cartelas, contendo operações com potenciação e radiciação, que deverão ser efetuadas em equipes.

-As cartelas possuem duas a duas respostas iguais que deverão ser coladas uma acima da outra para representar os vagões da locomotiva.

-Ganha o equipe quem conseguir montar a locomotiva, com a frente e as rodas.

Figura 26: Cartelas para o Jogo Locomotiva Radipoten

$\sqrt{441}$	$5^2 - 2$	$\sqrt{529}$	$5^2 + 3^2$	$\sqrt{1156}$	$6^2 - 6^0$	$(\sqrt{3})^2$
$\sqrt{\sqrt{1}}$	$\sqrt{4} \cdot \sqrt{9}$	$\sqrt{25} \cdot \sqrt{1}$	$\left(\frac{1}{5}\right)^{-1}$	$4^2 + \sqrt{25}$	$\sqrt{64}$	$\sqrt{4.4}$
$(\sqrt{8})^2$	$\sqrt{49}$	$\sqrt{\frac{16}{1}}$	$\sqrt[3]{8}$	$(\sqrt{7})^2$	$\sqrt{\sqrt{16}}$	$\sqrt{\sqrt{81}}$
$\sqrt{1.49}$	$\left(\frac{1}{\sqrt{9}}\right)^{-1}$	$\sqrt{2401}$	$6^2 - 4$	$\sqrt{1225}$	$\sqrt{1024}$	$5^2 + 5$
$\sqrt{900}$	$3^2 + 18$	$\sqrt{729}$	$5^2 + 6$	$\sqrt{961}$	$4^2 + 2^2$	$\sqrt{576}$
$(\sqrt{7-5})^2$	$(3-\sqrt{7})^2$	$\sqrt{32} - \sqrt{32}$	$\frac{2}{\sqrt{2}}$	$\sqrt{10} + \sqrt{30}$	$\frac{30}{\sqrt{5}}$	$\sqrt{32} - \sqrt{32}$
$\sqrt{32} - \sqrt{32}$	$\frac{2\sqrt{32}\sqrt{3}}{2 \cdot 4}$	$\frac{2\sqrt{32}\sqrt{3}}{4 \cdot 2}$	$\sqrt{48 - \sqrt{144} + \sqrt{9}}$	$\frac{2\sqrt{32}\sqrt{3}}{4 \cdot 2}$	$\frac{2\sqrt{32}\sqrt{3}}{4 \cdot 2}$	$\frac{2\sqrt{32}\sqrt{3}}{4 \cdot 2}$

Fonte: Autora

Figura 27: Locomotiva Radipoten



Fonte: Autora

11- Bingo Radipoten (Jogo adaptado do livro Projeto Araribá da Editora Moderna)

Finalidade: Trabalhar a potenciação e radiciação.

Organização: Grupos com quatro alunos.

Recursos: Lápis, cartelas e impressora.

Regras:

- Cada equipe receberá quatro cartelas e à medida que o professor for sorteando as pedras, as equipes irão resolvendo e marcando a resposta nas cartelas.
- Ganha o jogo quem primeiro marcar 20 pedras.

Figura 28: Cartelas para o Bingo Radipoten

3	-2	8	-8	$\frac{3}{4}$	21
13	$5\sqrt{7}$	$\frac{1}{25}$	$30\sqrt{10}$	6	10
1	$\frac{1}{8}$	5	4	$2\sqrt{3}$	$2\sqrt{5}$
2	$\frac{1}{3}$	9	43	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$

Fonte: Autora

Figura 29: Cartelas para o Bingo Radipoten

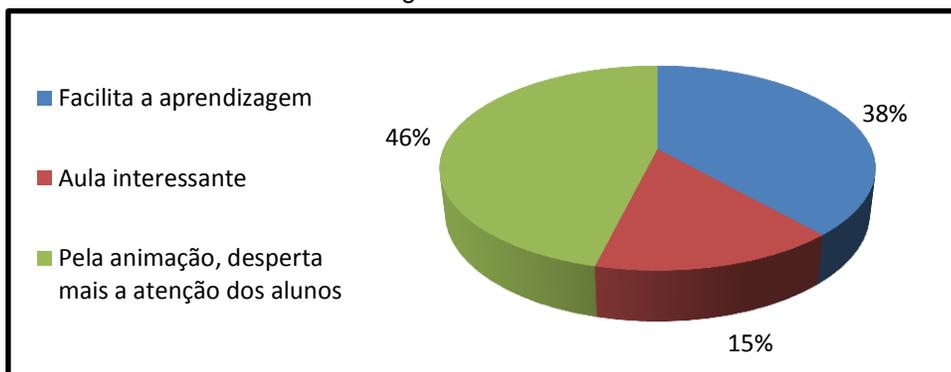
1) A raiz quadrada da raiz quadrada de 256.	14) O produto de 2 por $\sqrt{25}$.
2) A raiz quarta de 16.	15) A raiz cúbica de -8.
3) O produto de $\sqrt{2} \cdot \sqrt{10}$.	16) O quociente de $\sqrt{9}$ por 3.
4) A racionalização de $\frac{5}{\sqrt{5}}$.	17) A raiz quadrada de 1849.
5) O quadrado de $\frac{1}{5}$.	18) A raiz cubica de 125.
6) O cubo de $\frac{1}{2}$.	19) A raiz quadrada de 9000.
7) A soma de $\sqrt{16} + \sqrt{16}$.	20) O quadrado do resultado de
8) O cubo de -2.	$\sqrt{15 - \sqrt{32 + \sqrt{25 - \sqrt{81}}}}$.
9) O resultado de $3\sqrt{7} + 4\sqrt{7} - 2\sqrt{7}$.	21) A soma de $\sqrt{121} + \sqrt{100}$.
10) A raiz quadrado de $\frac{1}{9}$.	22) O resultado de $\sqrt[3]{8} + \sqrt[3]{27} + \sqrt{64}$.
11) O quadrado de $\sqrt{9}$.	23) A raiz quadrada de $\frac{9}{16}$.
12) O produto de $\sqrt{3} \cdot \sqrt{4}$.	24) $\sqrt{1 + \sqrt{25}}$.
13) A raiz quadrada da raiz quadrada de 4.	

Fonte: Autora

3.4 Resultados e discussão do questionário *a posteriori*.

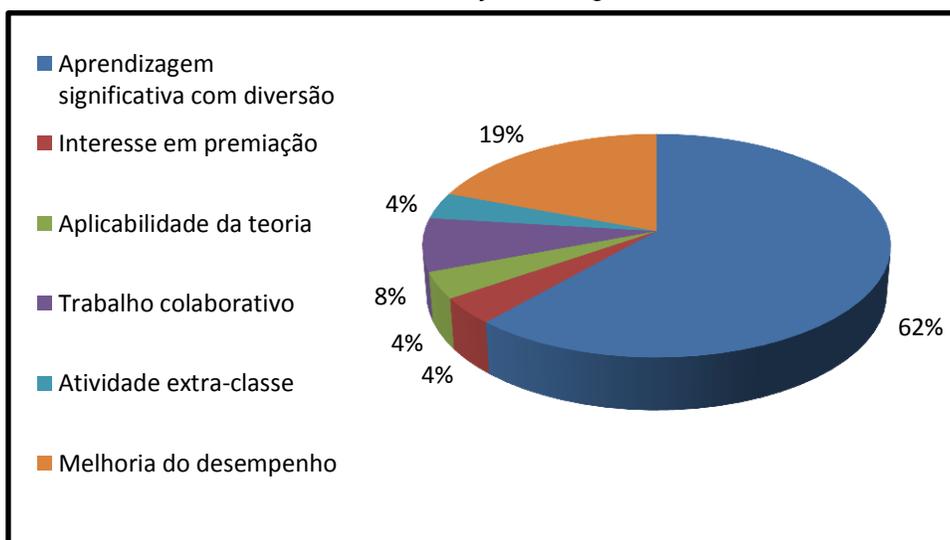
Este questionário foi aplicado após a realização dos jogos. As perguntas foram feitas de forma aberta para não induzir os entrevistados, conforme se observa na figura 30; contudo, para facilitar a análise das respostas, foram elaboradas alternativas para construção dos gráficos que serviram de parâmetro para a investigação do presente trabalho.

Gráfico 12: Jogos nas aulas de Matemática



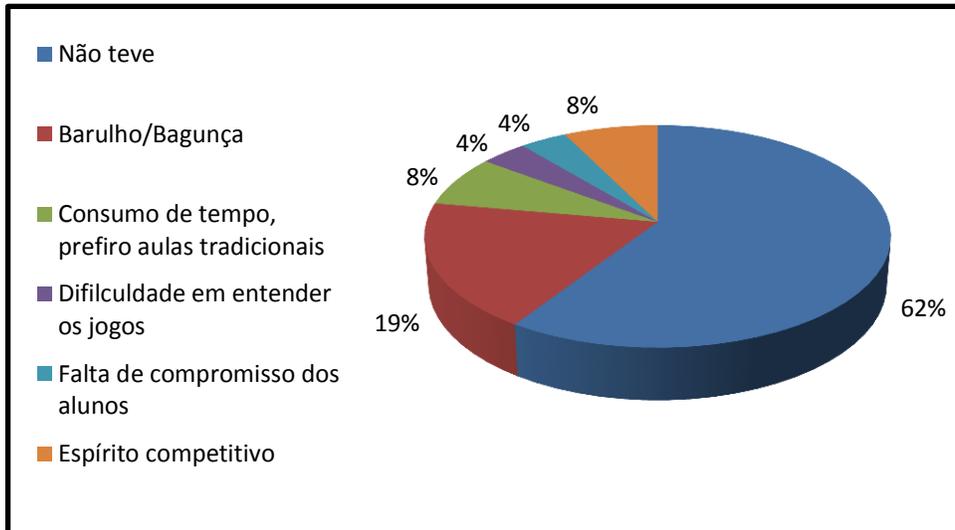
Fonte: Autora

Gráfico 13: Pontos Positivos - Utilização de Jogos nas aulas de Matemática



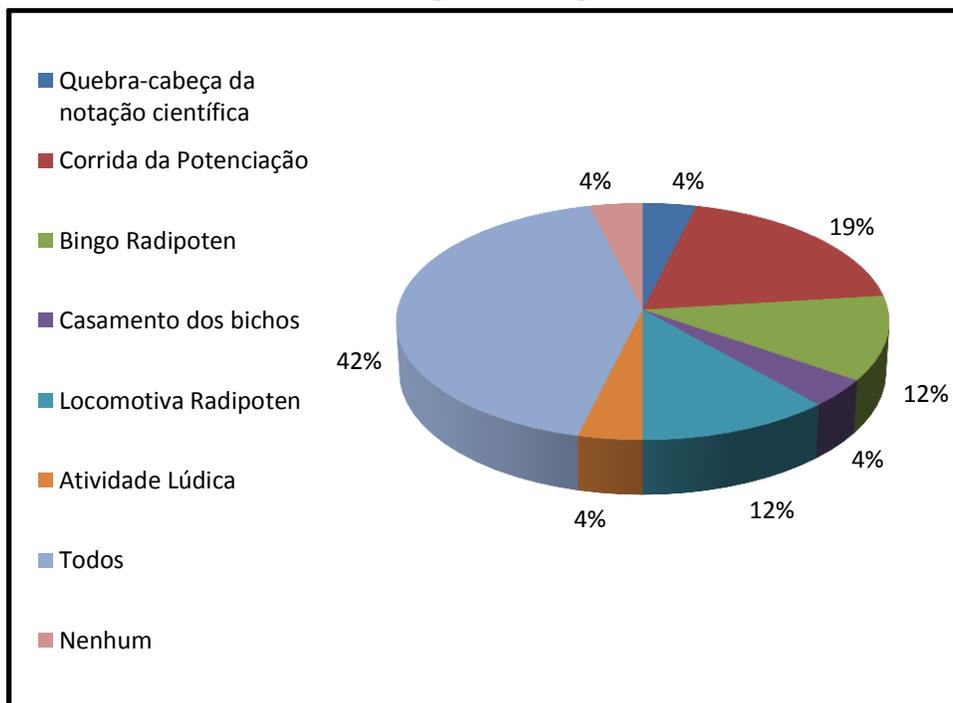
Fonte: Autora

Gráfico 14: Pontos Negativos - Utilização de Jogos nas aulas de Matemática



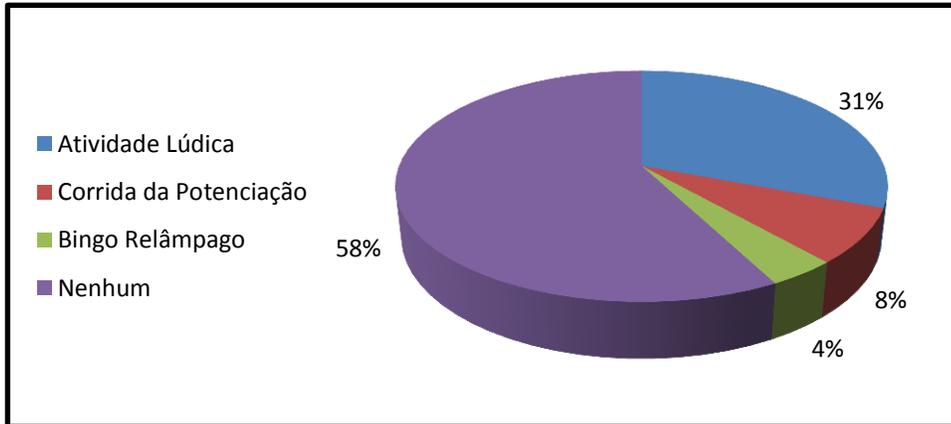
Fonte: Autora

Gráfico 15: Jogos mais significativos



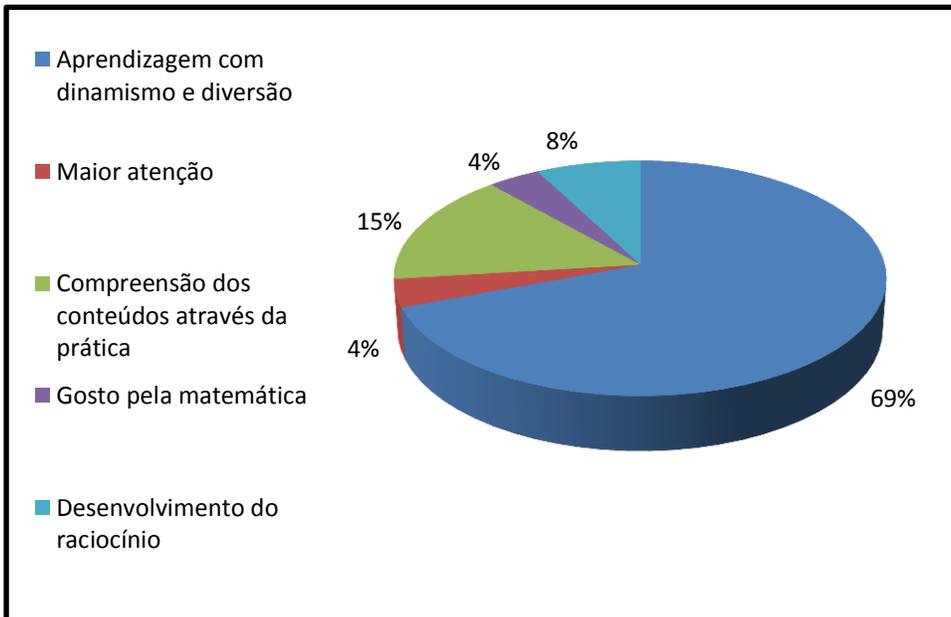
Fonte: Autora

Gráfico 16: Jogos menos significativos



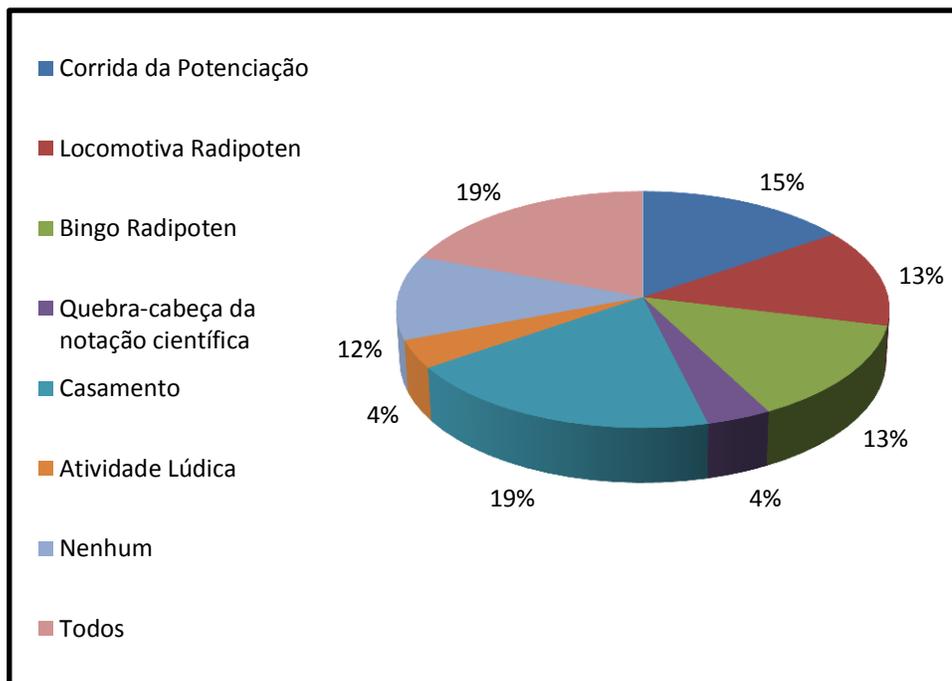
Fonte: Autora

Gráfico 17: Contribuição dos jogos para o processo de aprendizagem



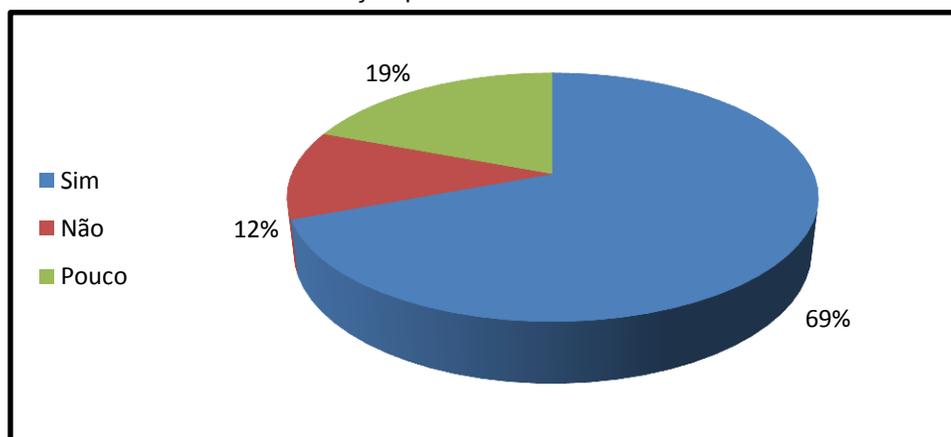
Fonte: Autora

Gráfico 19: Jogo(s) mais desafiante(s) ou interessante(s)



Fonte: Autora

Gráfico 18: Contribuição para a melhoria da nota em Matemática



Fonte: Autora

Observa-se que um bimestre escolar (dois meses) representa pouco tempo para se aferirem mudanças significativas na apreensão de conhecimentos teóricos da matemática e na mudança de comportamento, mas a constatação da melhora na participação dos alunos durante as aulas é fato incontestável. Mesmo os 46% dos

alunos pesquisados, conforme o gráfico 12, acreditando que a diferença entre uma aula com e sem a presença de jogos seja a animação, 38% percebem que o principal objetivo dos jogos é contribuir para a aprendizagem. Novas Metodologias precisam de tempo para surtir efeitos notórios, sendo essencial o trabalho contínuo para promover, em longo prazo, um desempenho matemático mais autônomo e dinâmico nos discentes. A orientação do professor, quando o aluno não assume a postura de agente do próprio conhecimento ou não se compromete com a construção do mesmo, independente da metodologia adotada deve perpassar por diálogos e intervenções pedagógicas e familiares.

Este trabalho assemelha-se a um estudo de caso na medida em que é uma “investigação que se assume como particularista, [...], que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única em muitos aspectos, [...] e, desse modo, contribui para a compreensão global do fenômeno de interesse.” (PONTE, 1995, p.4). Trata-se, portanto, de um tipo de pesquisa que tem sempre um forte cunho descritivo.

Figura 30: Opiniões dos Alunos acerca dos questionários a posteriori

<p>1-Qual a diferença entre uma aula com e sem a presença de jogos?</p> <p><i>Com jogos é mais divertido e dinâmica e é uma forma mais interessante de aprender e sem é a mesma forma chata de aprender</i></p>	<p>1-Qual a diferença entre uma aula com e sem a presença de jogos?</p> <p><i>Com a presença dos jogos você tem mais vontade de aprender, de fazer, de participar.</i></p>
<p>1-Qual a diferença entre uma aula com e sem a presença de jogos?</p> <p><i>Em aulas com jogos influencia os alunos a aprender e assimila para resolver o problema operações não e sem jogos não.</i></p>	<p>1-Qual a diferença entre uma aula com e sem a presença de jogos?</p> <p><i>Com os jogos é mais divertida e é um jeito de aprender de forma diferenciada.</i></p>

Fonte: Autora

No gráfico 13, constata-se que a aprendizagem, segundo os 62% dos discentes, passa a ser significativa com diversão, embora 19% estejam buscando premiações. Como qualquer metodologia adotada, os jogos também apresentam aspectos negativos

(ver gráfico 14) e, conforme os pesquisados, o maior problema foi o barulho (19%), consumo de mais tempo em relação às aulas tradicionais (8%) e o espírito competitivo dos componentes das equipes (8%), no sentido de disputa pelo primeiro lugar. É salutar analisar as opiniões dos alunos que se apresentam nas figuras 31 e 32.

Verifica-se que existem alunos que preferem estudar matemática somente com aulas expositivas e exercícios de fixação, pois como já estão acostumados a tal metodologia não conseguem, inicialmente, perceber as contribuições do jogo, que permite aliar ludicidade com seriedade.

Figura 31: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori

<p>2-Quais foram os pontos positivos da utilização de jogo: nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>Os pontos que vi em jogos, não leve foi mais divertido. Até hoje sei fazer.</i></p>	<p>2-Quais foram os pontos positivos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>Aprendi mais rápido, aprendemos a jogar em dupla, o que me ajudou muito com os outros</i></p>
<p>2-Quais foram os pontos positivos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>Aprender matemática de uma maneira mais dinâmica e diver- tida fazendo a sala toda se interes- sar e interagir entre si e com o profes- sor.</i></p>	<p>2-Quais foram os pontos positivos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>Foi mais divertido fazer atividade com objetivos de ganhar algo</i></p>

Fonte: Autora

Figura 32: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori

<p>3-Quais foram os pontos negativos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>Não houve pontos negativos.</i></p>	<p>3-Quais foram os pontos negativos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>consumem muito tempo e não ajudam a entender não tem como substituir explicações</i></p>
<p>3-Quais foram os pontos negativos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>as aulas longam demais</i></p>	<p>3-Quais foram os pontos negativos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?</p> <p><i>Alguns pessoas vivem na brincadeira e não aprendem as coisas,</i></p>

Fonte: Autora

De acordo com os 42% dos alunos entrevistados, todos os jogos aplicados foram significativos para o processo de aprendizagem (ver gráfico 15), destacando-se a corrida da potenciação com 19% e 12% para a locomotiva e o bingo radiponten. Quanto ao jogo menos significativo (ver gráfico 16), tem-se 31% para a atividade lúdica, pela necessidade de ser um trabalho intrinsecamente coletivo e 8% para a corrida da potenciação devido à existência de sorte no uso do dado.

Sobre a contribuição dos jogos para o processo de ensino-aprendizagem, conforme o gráfico 17 e a figura 33, percebe-se que 69% dos alunos atribuem o dinamismo e a diversão dessa metodologia como o principal fator e, 15%, a compreensão dos conteúdos por meio da prática. Para os 19% dos discentes, todos os jogos foram desafiantes; a mesma porcentagem atribuiu, conforme o gráfico 18, ao casamento dos bichos, o fator desafio. Segundo 69% dos entrevistados, a aplicação dos jogos contribuiu para a melhoria da nota em matemática nesta unidade (ver gráfico 19 e figura 34).

Figura 33: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori

<p>5-De que forma os jogos contribuem para seu processo de aprendizagem?</p> <p>Utilização de raciocínio rápido.</p>	<p>5-De que forma os jogos contribuem para seu processo de aprendizagem?</p> <p>Uma forma mais dinâmica e melhor Chato de aprender</p>
<p>5-De que forma os jogos contribuem para seu processo de aprendizagem?</p> <p>Como sempre meu processo de aprendizagem, e não me esqueço de nada.</p>	<p>5-De que forma os jogos contribuem para seu processo de aprendizagem?</p> <p>Como é mais dinâmica e aplicável para aprender e melhorar a aprendizagem do aluno também</p>

Fonte: Autora

Figura 34: Opiniões dos alunos acerca dos questionários a posteriori

<p>7-A aplicação de jogos contribuiu para a obtenção de sua nota em matemática nesta unidade?</p> <p>Sim.</p>	<p>7-A aplicação de jogos contribuiu para a obtenção de sua nota em matemática nesta unidade?</p> <p>Muito</p>
<p>7-A aplicação de jogos contribuiu para a obtenção de sua nota em matemática nesta unidade?</p> <p>Na verdade desde o 7º ano minhas notas de matemática caíram, agora com os jogos está melhor</p>	<p>7-A aplicação de jogos contribuiu para a obtenção de sua nota em matemática nesta unidade?</p> <p>Sim. Ajudou muito.</p>

Fonte: Autora

Os conteúdos subsequentes à potenciação e radiciação, trabalhados nessas turmas, estão intimamente relacionados com esses, pois, nas equações de 2º, biquadradas e irracionais, é constante o trabalho com potências e cálculos de raízes. Constatou-se, por um levantamento de notas, um crescimento de alunos aprovados na 2ª unidade nas duas turmas (Turma A de 39% para 50% e a outra, de 58% para 70%), ou seja, pode-se acreditar num reflexo da metodologia. Ainda, ressalta-se que a turma com percentual mais baixo de aprovação está vinculada a problemas de indisciplina, que, de acordo com dados do gráfico 5, é o fator principal que atrapalha as aulas de matemática. Ressalta-se que a turma B possui mais organização para expor os trabalhos, conforme a comparação das figuras 37 e 38, 45 e 46 (anexo).

O espírito competitivo dos componentes das equipes, no sentido das brigas, precisa ser trabalhado nos jovens, no intuito de conscientizá-los de que o principal ganho num jogo é a aprendizagem significativa, o respeito ao colega, o aprimoramento de habilidades e dificuldades. Destaca-se na turma B, que possui mais afinidade com matemática, a busca acirrada pela vitória do jogo, sendo necessária, em alguns momentos, a intervenção docente para evitar brigas.

A análise aqui proposta, por meio de uma investigação qualitativa, acerca da contribuição dos jogos no processo de ensino-aprendizagem da potenciação e radiciação no 9º ano, conduz a algumas assertivas inferidas da aplicação dos 11 jogos, nas quais os alunos envolvidos apresentaram-se motivados a essa metodologia, tornando-se agentes ativos.

O trabalho esporádico com jogos é bem mais simples que torná-los uma metodologia empregada no dia a dia da sala de aula, uma vez que exige tempo para pesquisa, confecção, recurso financeiro (muitas vezes do docente) e, acima de tudo, criatividade para montar, adaptar ou aperfeiçoar as sugestões de jogos encontrados em livros ou na internet. Ressalta-se a inexistência de jogos para conteúdos específicos da matemática ou para determinados tópicos. Os livros didáticos ainda estão aquém dessa metodologia, no máximo, um jogo para certos capítulos que, muitas vezes, necessita de adaptação.

A análise na aplicação de cada jogo apontou maior aumento do aproveitamento do que estava sendo proposto. A sequência de atividades gerou uma mudança de atitude; os alunos tornaram-se sujeitos ativos na construção do seu aprendizado de potenciação e radiciação, e esse subsidiará muitos outros conteúdos matemáticos, físicos e químicos. Ao término da 1ª unidade, os alunos questionavam acerca da continuação de aulas com jogos. Ao chegar na sala, era constante a pergunta: Professora hoje vai ter jogo?

As secretarias de educação precisam investir em metodologias que instiguem os alunos, que os coloquem como principais responsáveis pela construção do próprio conhecimento. Os jogos podem contribuir para esse paradigma, que o novo século exige para aqueles que, estando inseridos neste mundo tecnológico e globalizado, necessitam atuar colaborativa e dinamicamente no âmbito profissional e pessoal.

O Estado de Pernambuco lançou, em fevereiro de 2014, o Programa Mentelnovadora, conforme figura 35, baseado em dados que relatam:

Apenas 2% dos brasileiros conseguem resolver problemas de matemática mais complexos, segundo o resultado do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), divulgado pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE). Em Pernambuco, a secretaria de Educação e Esportes lançou o Mentelnovadora, que propõe a utilização de jogos digitais no aprendizado de matemática e ajuda a desenvolver o raciocínio lógico, a autoconfiança e a capacidade de tomar decisões em situações adversas. (Folha de Pernambuco, junho 2014, folha 3)

Confirmando o resultado deste trabalho, o professor de matemática Adeilson Moura “comemora a maior participação dos alunos na sala de aula. O programa Mentelnovadora tem funcionado. As aulas tornaram-se bem participativas, e os estudantes podem trabalhar habilidades cognitivas, emocionais, sociais e éticas” (ibid.).

Figura 35: Reportagem sobre o Programa Mentelnovadora]



Fonte: Folha de Pernambuco

O jornal Folha de Pernambuco, conforme figura 47, enriquece a reportagem expondo a opinião de alunos e gestor acerca do programa Mentelnovadora:

Aluna do terceiro ano do ensino médio, Joyce Maria de Santana, 17 anos, vai prestar vestibular para Jornalismo e Artes Cênicas. A estudante conta que sempre foi ruim em matemática. “Tenho dificuldade em alguns assuntos de matemática e esse programa fugiu um pouco do exercício teórico. As aulas são interativas e o professor, dinâmico. Foi um incentivo para gostar mais de matemática”. Juliana Maria Santos, 17, vai tentar uma vaga para Recursos Humanos e compartilha a mesma opinião de Joyce. “Sou boa na área de Humanas, mas péssima em matemática. Ainda assim, consegui desenvolver mais o raciocínio lógico com esses jogos”. Já Ruan José, 18 anos, vai tentar Ciências Contábeis. E acredita que o programa complementa sua formação. “Já gostava de matemática e agora só ficou mais fácil de aprender. Não há nada que não se resolva”, brincou. [...] A gestora da Escola estadual professor Agamenon Magalhães, Sildava Tavares, avalia positivamente a iniciativa dos alunos em aprender. “Eles têm uma oportunidade de melhor concentração, raciocínio e as aulas tornaram-se atrativas, aproximaram estudantes e professores, trazendo resultados bons”, conclui. (Ibid.)

Os dados obtidos nos questionários, nas observações, nas conversas informais e nos depoimentos do programa Mentelnovadora corroboram para afirmações positivas

que a utilização da metodologia de jogos traz para o processo de ensino-aprendizagem. Para endossar tais palavras, pode-se citar a escola pública experimental na cidade de Nova York, Quest To Learn ou Q2L, inaugurada em 2009 sob o comando de uma comissão de educadores e criadores profissionais de jogos, voltada para estudantes do 6º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio, tendo todo o seu conteúdo abordado por meio de jogos.

Enfim, é necessário que as escolas e, em especial, os professores possam estar intrinsecamente atrelados à metodologia de jogos e esses aperfeiçoados por meio de pesquisas e investimentos para que possam subsidiar a educação do novo século, pois as pessoas estão inseridas num contexto repleto de interatividade, dinamismo e espírito colaborativo, ou seja, as tecnologias da informação e comunicação assumem um papel preponderante nos mais diversos setores sociais, principalmente na área educacional. Além de estimular a produção individual e coletiva de conteúdos, existem recursos como Redes Sociais e Ambientes Virtuais, que auxiliam a construção e o compartilhamento por vários interlocutores de conhecimentos. As políticas educacionais do país precisam voltar-se para os novos paradigmas inerentes a uma sociedade altamente tecnológica, na qual a escola também passa a assumir características atreladas a esse contexto e, conseqüentemente, não pode abster-se dessa influência incontestável no processo de ensino-aprendizagem. Daí a importância da construção e manutenção de laboratórios de informática, onde os professores possam trabalhar os jogos virtuais, tão imprescindíveis quanto os tradicionais.

4. Considerações Finais

O presente estudo teve por objetivo elaborar uma proposta pedagógica de ensino para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem da Potenciação e Radiciação no 9º ano do ensino fundamental do Colégio Militar de Pernambuco – Anexo 1 (Petrolina), no decurso do primeiro bimestre letivo de 2014. Ao seu término, constata-se que os jogos surgem como uma alternativa metodológica para auxiliar o docente na construção dos conceitos e propriedades do referido conteúdo em sua prática. Assim, o professor de matemática, ao planejar sua aula, precisa estar atento aos materiais didáticos disponíveis e sua aplicabilidade, para utilizá-los convenientemente, pois os jogos não devem ser usados sem um efetivo e cuidadoso planejamento. Daí a importância de pesquisar, selecionar e empregá-los em sala de aula de forma adequada, buscando priorizar sua função educativa com avaliações constantes das ações didáticas e das apreensões dos alunos.

No entanto, esta metodologia requer tempo e disponibilidade para pesquisas e confecção dos jogos, criatividade, materiais disponíveis e coerência, principalmente do professor. A aplicação dos jogos, muitas vezes, exige mais tempo do que as aulas teóricas, todavia representa um importante recurso didático para desenvolver, facilitar e aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, tornando os alunos mais participativos e possuidores do espírito colaborativo.

Aprender e ensinar matemática não são tarefa fácil, exige de quem o faz disciplina e determinação, mas foi possível constatar que os jogos matemáticos favorecem tanto o trabalho do docente, que pode tornar suas aulas mais atrativas e participativas possibilitando formas diferenciadas de aprendizagens e um maior envolvimento, quanto a aprendizagem dos discentes, que têm a oportunidade de construir seus conhecimentos de uma maneira mais dinâmica e prazerosa, aprendendo matemática e desenvolvendo habilidades úteis na vida social.

É indiscutível o papel do professor no processo de ensino-aprendizagem; por isso, tornam-se imprescindíveis constantes aperfeiçoamentos e capacitações para não existir restrição a um determinado recurso metodológico, pois aulas vinculadas

unicamente a explicações e à resolução de exercícios tendem a não motivar os discentes, nem colaborar para aulas mais agradáveis e produtivas que desenvolvam a atenção, a autoconfiança, concentração, raciocínio lógico-dedutivo e senso colaborativo.

Este trabalho representa uma contribuição ao processo de ensino-aprendizagem da potenciação e radiciação, embasando-se numa tendência lúdica, interessante e prazerosa. Sabe-se que muitos estudos e pesquisas precisam ser desenvolvidos e aprimorados para enriquecer essa metodologia e esclarecer muitas pessoas envolvidas na área educacional, sobre a importância desse paradigma na construção do conhecimento matemático. É necessário ressaltar, ainda, o aspecto social, cognitivo e afetivo atrelado a esse recurso didático, que contribui inclusive para intervenções psicopedagógicas.

O trabalho com jogos que explorem conteúdos curriculares específicos é bem mais complexo do que o trabalho com jogos antigos, como mancala, dama, xadrez, jogo da velha, etc. Muito se tem feito, por meio de oficinas que abordem a temática, jogos e atividades lúdicas, para crianças, adolescente e professores, na tentativa de dinamizar o ensino-aprendizagem da matemática, e muito, ainda, precisa ser feito, inclusive investimentos para a construção de laboratórios de matemática, pesquisas nesse campo e formações pedagógicas voltadas para a prática em sala de aula. A atividade docente em sala de aula, no contexto do novo século, requer continuamente reflexões e aperfeiçoamentos, sendo necessário ressignificar constantemente conceitos, como ensinar e aprender, pois a escola deixou de ser única fonte de informação e conhecimento para os discentes. Portanto, as teorias desenvolvidas ao longo da nossa trajetória de vida fundamentam nossas ações e, para desvincular-se desses paradigmas ou, então, reestruturá-los é essencial uma postura de professor-pesquisador, com habilidades/competências voltadas à construção e fomentação de um processo de ensino-aprendizagem significativo, no qual a matemática possa contribuir para o desempenho social e profissional dos cidadãos do século XXI.

É fácil ensinar para quem gosta; o grande desafio é ensinar para quem não gosta de estudar, muito menos matemática. Esse vem sendo o desafio de muitos docentes,

que, imergidos em realidades educacionais precárias e submetidos ao descaso, buscam, insistentemente contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de acordo com suas possibilidades e minimizar a imensa desigualdade social, que acaba tendo inúmeras consequências. Percebem-se muitos jovens apáticos em sala de aula mediante a preocupação com a construção do próprio conhecimento, por motivos que há décadas foram detectados, mas que continuam a emperrar o desenvolvimento de muitos alunos, que podem atuar profissionalmente em diversas áreas. Contudo, mesmo diante desse cenário no qual a educação está inserida, muitos educadores adotam metodologias que contribuem para o avivamento do trabalho desenvolvido dentro das salas de aula.

A melhoria do ensino-aprendizagem de matemática perpassa pelo desenvolvimento de habilidades como abstração, raciocínio lógico, interpretação e resolução de problemas, que concatenadas à concepção do educador de compreender a educação como um processo essencialmente humano e, dessa maneira, complexo como tal, promove um redimensionamento para a atuação docente. Assim, este trabalho relata as possibilidades de abordagem da potenciação e radiciação a partir de um olhar lúdico, mas, na medida em que as pesquisas neste âmbito forem se aperfeiçoando, urge-se implementar práticas que desenvolvam o dinamismo e a interatividade do espaço escolar nos vários conteúdos matemáticos do currículo, desde a educação infantil até o nível superior.

Portanto, são fundamentais discussões, seminários, congressos, oficinas, etc. para embasar a (trans)formação da práxis docente, no sentido de disseminar o papel dos jogos na construção subjetiva e objetiva do saber matemático, na sistematização de conceitos e práticas.

5. Referências Bibliográficas

ALVES, Eva Maria Siqueira. **A ludicidade e o ensino da matemática: Uma prática possível**. 7. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

ARANÃO, Ivana Valéria Denório. **A Matemática Através de Brincadeiras e Jogos**, 7. ed. Campinas, SP: Papirus, 2011.

ALDRINI, Álvaro e VASCONCELLOS, Maria José. **Praticando Matemática**. Volume 4, 3. ed. São Paulo: do Brasil, 2012.

ANTUNES, Celso. **Inteligências Múltiplas e seus Jogos: Inteligência lógico-matemática**. Volume 6. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

ANTONIASSI, Kleber Rodrigo. **O ensino de sistemas de equações do primeiro grau com duas incógnitas no oitavo ano do ensino fundamental através de situações-problema**. 66p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de São Carlo, UFSCar-SP, São Paulo, 2013.

BONJORNIO, José Roberto; OLIVARES, Ayrton; BONJORNIO, Regina Azenha. **Matemática: Fazendo a Diferença**. São Paulo: FTD, 2006 (Coleção Fazendo a Diferença).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Ensino de 5ª a 8ª Séries. Brasília-DF: MEC/SEF, 1998.

BRASIL, Ministério da Educação. **Guia de Livros Didáticos PNLD 2008: Matemática / Ministério da Educação**. – Brasília: MEC, 2007.

BACURY, Gerson Ribeiro. **O jogo como ferramenta de aprendizagem da matemática para os alunos do 7º ano**. 187 p. Dissertação (Educação Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2009.

CAVALCANTI, Luiz G; SOSSO, Juliana; VIEIRA, Fábio. **Para Saber Matemática**. 2ª ed. São Paulo. Saraiva, 2002.

Coleção Projeto Aráriba: **Matemática**. 3. ed. Organizadora editora Moderna, São Paulo, 2010, volume 4.

D'ÁMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática da Teoria a Prática**. 23. ed. São Paulo: Papirus, 2012.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática**. São Paulo: Ática, 2005.

FELTES, Rejane Zeferino. **ANÁLISE DE ERROS EM POTENCIAÇÃO E RADICIAÇÃO: UM ESTUDO COM ALUNOS DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO.** 136 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

FLEMMING, Diva Marília; LUZ, Elisa Flemming; MELLO, Ana Cláudia Collaço de. **Tendências em Educação Matemática: Livro didático.** 2. Ed. Palhoça, SC: UnisulVirtual, 2005.

FolhaPe, Eletrônico. Folha de Pernambuco edição digital. Recife, ano XVII, n. 172, 25 junho 2014. Disponível em: <http://www.folhape.com.br/cms/opencms/foelhape/pt/edicaodigital/arq/2014/06/0027.html> Acesso em: 27 de jun de 2014. P. 21-31.

GROENWALD, Claudia Liste Oliveira; TIMM, Úrsula Tatiana. **Utilizando curiosidades e Jogos matemáticos em sala de aula.** Disponível em: <<http://www.somatematica.com.br/artigos/a1/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2013.

GRANDO, Regina Célia. **O jogo e a matemática no contexto da sala de aula.** 2. ed. São Paulo: Paulus, 2008.

_____. **O Jogo e suas Possibilidades Metodológicas no Processo Ensino-Aprendizagem da Matemática.** Campinas, SP, 1995. 175p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, UNICAMP.

_____. **O Conhecimento Matemático e o uso de Jogos em Sala de Aula.** Campinas, SP: 2000. 239p. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, UNICAMP.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura.** Tradução João Paulo Monteiro. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2012.

INFOESCOLA. **Potências Introdução à História.** Disponível em: <www.infoescola.com/matematica/potencias>. Acesso em: 10 de out. de 2013.

INFOESCOLA. **Fragmentos histórico-conceituais.** Disponível em www.infoescola.com/matematica/radiciacao. Acesso em 27 de março de 2014.

Jogo. Disponível em www.wikipedia.org/wiki/jogo. Pesquisado em 27 de jun. de 2014.

Ponte, J. P. (1994). **O estudo de caso na investigação em educação matemática.** Quadrante, 3(1), p. 3-18.

LARA, I.C.M. **Jogando com a Matemática de 5ª a 8ª série.** São Paulo: Rêspel, 2003.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Potenciação.** Disponível em <http://www.mundoeducacao.com.br/autor/marcos-noe-pedrosa-silva>. Acesso em 24 de nov. de 2013.

MOURA, Paula Cristina e VIAMONTE, Ana Júlia. **Jogos matemáticos como recurso didático.** Disponível em: http://www.apm.pt/files/_CO_Moura_Viamonte_4a4de07e84113.pdf. Acesso em 20 de jan. de 2014.

MADRUGA, Adelson Carlos e SILVA, Elizangela Mario da. **O Jogo No Ensino De Potências De Números Inteiros: Um Relato De Experiência.** III Encontro Regional de Educação Matemática: Diálogos de Educação Matemática e Outros Saberes. 2009. Campinas, PB.

MORATORI, PATRICK BARBOSA. **POR QUE UTILIZAR JOGOS EDUCATIVOS NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM?** Universidade Federal do Rio de Janeiro, dezembro de 2003. Trabalho de conclusão – Disciplina Introdução a Informática na Educação, no Mestrado de Informática aplicada à Educação.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. **A série busca no jogo: do lúdico na Matemática.** In: KISHIMOTO, Tizuko Morchida. Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 81-97.

NETTO, Scipione Di Pierrô; SOARES, Elizabete. **Matemática em Atividades.** São Paulo: Scipione, 2002.

Na era do computador. **Construir Notícias,** Recife, ano 05, nº 31, p. 20 a 25, nov/dez de 2006.

OLIVEIRA, Hélia e PONTE, João Pedro da. **Marcos históricos no desenvolvimento do conceito de potencia.** Centro de Investigação em educação. Faculdade de ciências da universidade de Lisboa. 1999. Revista. Educação & Matemática, nº 52, p.29-34

PERNAMBUCO. Secretaria da Educação. **Parâmetros Curriculares de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio.** Recife-PE: 2012.

PERNAMBUCO. Secretaria da Educação. **Parâmetros Curriculares na Sala de Aula de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio.** Recife-PE: 2013.

PAIS, Ana Maria. **A OPERAÇÃO POTENCIAÇÃO: UMA ANÁLISE DA ABORDAGEM EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO FUNDAMENTAL.** X Encontro Nacional de Educação Matemática (Educação Matemática, Cultura e Diversidade) Salvador – BA, 7 a 9 de Julho de 2010. 9 p. Artigo.

RAMALHO, Terezinha da Silva. **O jogo das cartelas mágicas**. Aparecida, SP: Projeto Teia do Saber(Programa de Formação Continuada de Professores), 2006.

SMOLE, Kátia S.; DINIZ, Maria I.; MILANI, Estela. **Cadernos de Mathema Jogos de matemática de 6º a 9º ano**. Porto Alegre: artmed, 2007.

SOUZA, Joamir Roberto de e PATARO, Patrícia Rosana Moreno. **Vontade de Saber Matemática**. São Paulo: FTD, 2009. (Coleção Vontade De Saber)

SOARES, Eduardo Sarquis. **Ensinar Matemática: desafios e possibilidades**. Belo Horizonte: Dimensão, 2010.

SILVA, Thalita de Sá Alves e LEONARD, Vinícius Jose Henrique da Costa. **Jogos Em Matemática: Uma Boa Estratégia De Ensino**. 12p. 2012.

STAREPRAVO, Ana Ruth. **Jogando com a matemática: números e operações**. Curitiba: Aymar, 2009.

SANTOS. Fernando Luís Ferreira. **A Matemática e o Jogo: Influência no rendimento escolar**. 143 p. Dissertação (Ciências da Educação Especialidade em Educação). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. 2008

SALES, Mary Valda Souza. **As TIC no contexto escolar**. Salvador, BA: 2014,14p.

6. Anexos

1- Questionário *a priori*.

1-Você consegue identificar conteúdos matemáticos nas situações que você vivencia no seu cotidiano?

- () Sim
- () Não
- () Às vezes

2-Pensando no mundo que o cerca, você acredita que a matemática:

- () Não é importante.
- () É importante, mas não gosto.
- () É importante e gosto.

3- Você tem dificuldades para aprender matemática?

- () Sim
- () Não
- () Às vezes

4- Você tira notas baixas em matemática nas avaliações escritas?

- () Sim
- () Não
- () Sim, mas dá para ser aprovado.

5- Qual a sua maior dificuldade durante as aulas de matemática?

- () A metodologia do professor é confusa.
- () A sala atrapalha a explicação.
- () Não entendo a explicação.
- () O professor não consegue transmitir de forma entendível.

6- Diante de uma situação-problema proposta durante a aula de matemática, você tem dificuldade na:

- () Interpretação e compreensão do problema.
- () Identificação das informações matemáticas contidas no texto.
- () Nos dois itens anteriores.

7- Durante a resolução de situações-problema, você tem dificuldade na:

- () Organização dos dados do problema.
- () Forma como serão utilizados os dados do problema.
- () Aplicação dos conceitos trabalhados em aula para resolver o problema.
- () Na resolução e conclusão apresentada para o problema pelo professor.
- () Não tenho dificuldade.

8- Quando o professor está explicando um determinado conteúdo em sala de aula, você:

- () Conversa durante a explicação.
- () Presta atenção mas não participa.
- () Se distrai e não presta a devida atenção.
- () Presta atenção e participa da aula.
- () Presta atenção, participa da e faz as anotações importantes no seu caderno.

9- Você já teve contato com jogos matemáticos?

- () Não
- () Sim, durante as aulas de matemática.
- () Sim, fora da escola, em computadores.

10- Qual a metodologia adotada frequentemente pelos professores de matemática?

- () Aulas Expositivas
- () Aulas com Jogos
- () Aulas com Vídeos

11- Os conhecimentos matemáticos adquiridos por você em sala de aula são usados em outras situações do seu cotidiano?

- Não percebo o uso de conhecimentos matemáticos no meu dia a dia.
- Uso casualmente para operações básicas (somar, subtrair, multiplicar e dividir).
- Uso normalmente para operações básicas, medidas, organizar, jogar, criar e montar diversas coisas, mesmo que inconscientemente.
- Uso conscientemente meus conhecimentos matemáticos nas situações cotidianas.

2 - Questionário *a posteriori*.

1-Qual o fator preponderante numa aula com a presença de jogos?

- Contribuição para a aprendizagem.
- Aula interessante.
- Pela animação, desperta mais a atenção dos alunos.

2-Quais foram os pontos positivos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?

- Aprendizagem significativa com diversão.
- Interesse em premiação.
- Aplicabilidade da teoria.
- Trabalho colaborativo.
- Atividade extraclasse.
- Melhoria do desempenho.

3-Quais foram os pontos negativos da utilização de jogos nas aulas de matemática na 1ª unidade?

- Não teve.
- Barulho/Bagunça.
- Perda de tempo, prefiro aulas tradicionais.
- Dificuldade em entender os jogos.

- () Falta de compromisso dos componentes da equipe.
- () Espírito competitivo dos colegas.

4-Dos jogos aplicados nas aulas de matemática, qua(l)(is) fo(i)(ram) o(s) mais significativo(s) para a sua aprendizagem?

- () Quebra-cabeça da notação científica.
- () Corrida da Potenciação.
- () Bingo Radipoten.
- () Casamento dos Bichos.
- () Locomotiva Radipoten.
- () Atividade Lúdica.
- () Bingo Relâmpago.
- () Cartelas Mágicas.
- () Quadrado Mágico das Potências.
- () Quadrados Mágicos da Radiciação.
- () Bingo dos Quadrados Perfeitos.
- () Todos.
- () Nenhum.

5-Dos jogos aplicados nas aulas de matemática, qua(l)(is) fo(i)(ram) o(s) menos significativo(s) para a sua aprendizagem?

- () Quebra-cabeça da notação científica.
- () Corrida da Potenciação.
- () Bingo Radipoten.
- () Casamento dos bichos.
- () Locomotiva Radipoten.
- () Atividade Lúdica.
- () Bingo Relâmpago.
- () Cartelas Mágicas.
- () Quadrado Mágico das Potências.

- Quadrados Mágicos da Radiciação.
- Bingo dos Quadrados Perfeitos.
- Todos.
- Nenhum.

6-De que forma os jogos contribuem para seu processo de aprendizagem?

- Aprendizagem com dinamismo e diversão.
- Maior atenção.
- Compreensão dos conteúdos através da prática.
- Gosto pela matemática.
- Desenvolvimento do raciocínio.

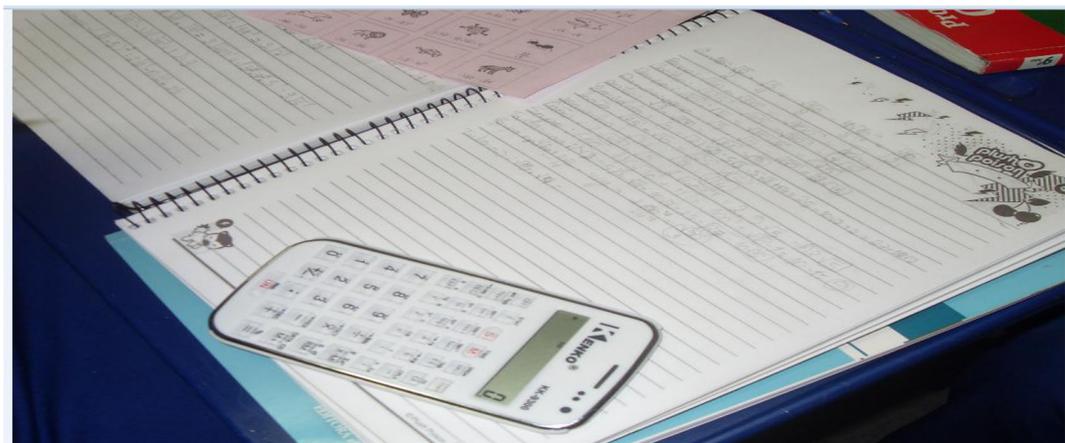
7-Qua(l)/Qua(is) o(s) jogo(s) mais desafiante(s) ou interessante(s) aplicado(s) na primeira unidade?

- Quebra-cabeça da notação científica.
- Corrida da Potenciação.
- Bingo Radipoten.
- Casamento dos bichos.
- Locomotiva Radipoten.
- Atividade Lúdica.
- Bingo Relâmpago.
- Cartelas Mágicas.
- Quadrado Mágico das Potências.
- Quadrados Mágicos da Radiciação.
- Bingo dos Quadrados Perfeitos.
- Todos.
- Nenhum.

8-A aplicação de jogos contribuiu para a melhoria de sua nota em matemática nesta unidade?

- () Sim.
- () Não.
- () Pouco.

Figura 36: Caderno com Resolução do Jogo Casamento dos Bichos



Fonte: Autora

Figura 37: Jogo Casamento dos Bichos (Turma A)



Fonte: Autora

Figura 38: Jogo Casamento dos Bichos (Turma B)

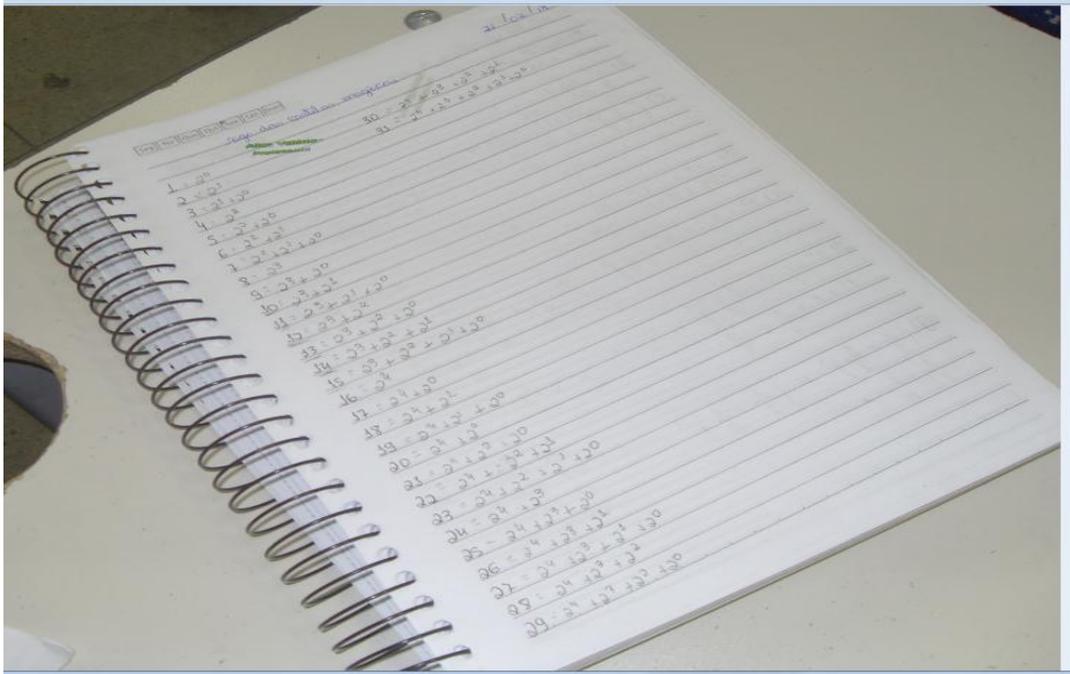


Figura 39: Professora explicando o Jogo das Cartelas Mágicas



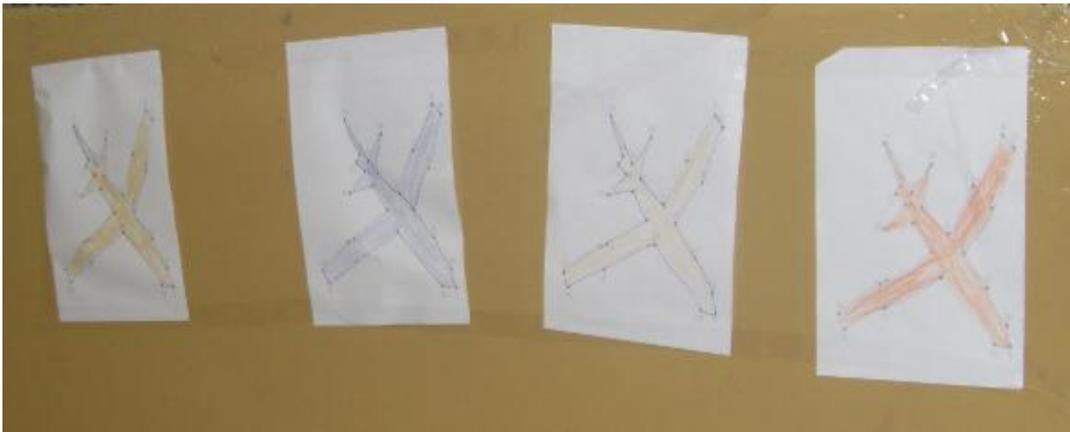
Fonte: Autora

Figura 40: Caderno com resolução do Jogo das Cartelas Mágicas



Fonte: Autora

Figura 41: Jogo Atividade Lúdica



Fonte: Autora

Figura 42: Jogo Corrida da Potenciação



Fonte: Autora

Figura 43: Jogo Corrida da Potenciação



Fonte: Autora

Figura 44: Resolução do Jogo Quadrado Mágico das Potências



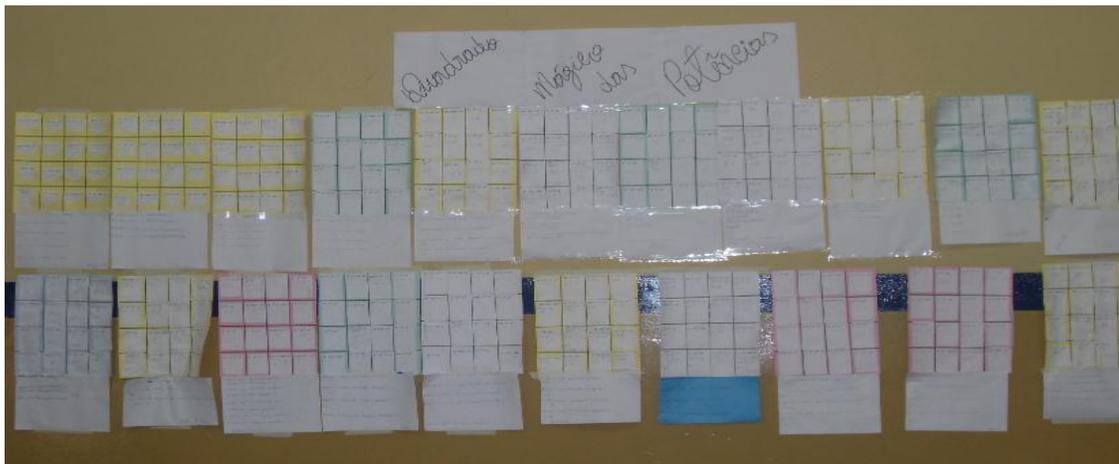
Fonte: Autora

Figura 45: Jogo Quadrado Mágico das Potências (Turma A)



Fonte: Autora

Figura 46: Jogo Quadrado Mágico das Potências (Turma B)



Fonte: Autora

