

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT

ANÁLISE DE PESQUISAS QUE TRATAM DAS RESOLUÇÕES DE PROBLEMAS  
AMPARADAS PELAS NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

EDUARDO DOS SANTOS DE OLIVEIRA BRAGA  
ORIENTADORA: MARISA BEATRIZ BEZERRA LEAL

RIO DE JANEIRO

JUNHO DE 2017

ANÁLISE DE PESQUISAS QUE TRATAM DAS RESOLUÇÕES DE PROBLEMAS  
AMPARADAS PELAS NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

EDUARDO DOS SANTOS DE OLIVEIRA BRAGA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT, do Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre, no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Matemática.

Orientadora: Professora Marisa Beatriz Bezerra Leal

RIO DE JANEIRO

JUNHO DE 2017

ANÁLISE DE PESQUISAS QUE TRATAM DAS RESOLUÇÕES DE PROBLEMAS  
AMPARADAS PELAS NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

EDUARDO DOS SANTOS DE OLIVEIRA BRAGA

ORIENTADORA: MARISA BEATRIZ BEZERRA LEAL

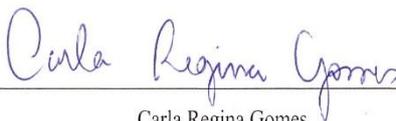
Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Aprovada por:



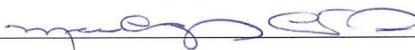
---

Marisa Beatriz Bezerra Leal (orientadora)



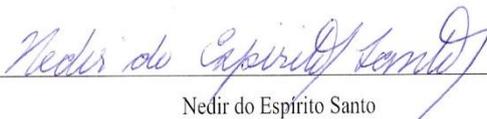
---

Carla Regina Gomes



---

Maria Agueiras Alvarez de Freitas



---

Nedir do Espírito Santo

RIO DE JANEIRO

JUNHO DE 2017

*Dedico esta dissertação aos meus pais Ernesto de Oliveira Braga Filho e Maria dos Santos  
Braga pelo incentivo, apoio e ajuda para que esta vitória se tornasse possível.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus que em todos os momentos me sustentou e me deu forças para seguir essa trajetória. Agradeço pela sua infinita sabedoria e seu incomparável amor. Amo-te, Senhor! Que tudo em minha vida bendiga Seu Poderoso Nome e honre a Tua Palavra.

Agradeço à minha esposa Taiana Braga, que é um presente de Deus na minha vida. Agradeço a compreensão com relação ao meu envolvimento com esta dissertação, por acreditar em mim e por sonhar comigo. Amo muito você, minha linda princesa.

Agradeço aos meus pais Ernesto Braga e Maria Braga por me mostrarem a importância da Educação, por acreditarem veementemente nos meus sonhos e, principalmente, por fazerem de tudo para que se tornem possíveis. Vocês são a minha vida! Eu amo muito vocês.

Agradeço ao meu irmão Marcelo Braga pelo apoio e incentivo nesta minha caminhada. Você é fundamental na minha vida. Amo muito você.

À minha orientadora Professora Marisa Beatriz Bezerra Leal dedico toda a minha gratidão e orgulho de tê-la como não apenas uma professora e orientadora, mas como uma amiga. Agradeço pelos conselhos, pelo acolhimento, pela paciência e por contribuir, significativamente, para a minha formação. Sou um admirador tanto do seu trabalho, quanto do ser humano que és. Muito obrigado por tudo.

Agradeço à Professora e Coordenadora do Mestrado Walcy Santos pela competência e dedicação.

Agradeço aos membros da banca avaliadora Carla Regina Gomes, Maria Aguiéiras Alvarez de Freitas e Nedir do Espírito Santo pela paciência, pelo incentivo e pela dedicação na leitura deste trabalho. Muito obrigado por terem aceitado o convite!

Agradeço a todos os professores do IM - UFRJ. Muito obrigado pelas contribuições e pelos ensinamentos ofertados à minha formação.

Agradeço à minha amiga Eduarda Cardoso que, desde os tempos da graduação, torce por mim e me apoia com sua importantíssima amizade.

Agradeço ao amigo Juliano Leandro pelo companheirismo e pela ajuda na construção desta dissertação.

Agradeço aos amigos Júlio Fava, Marcus Vinícius e Edmilson Rangel por toda ajuda e compreensão com relação ao meu envolvimento com este mestrado. Muito obrigado pelo apoio e incentivo de sempre.

Agradeço aos colegas das turmas pelas quais passei. Os almoços juntos, os tempos de estudos depois das aulas, bem como as trocas de conversas e incentivos serviram para fortalecer nossas amizades e nos manter firmes no mestrado. Obrigado.

## **RESUMO**

Esta dissertação trata da associação da Resolução de Problemas (vista como uma metodologia de ensino) com as Novas Tecnologias no Ensino da Matemática (vistas como ferramentas auxiliares). O questionamento que motivou a escrita foi: como estão se dando as produções bibliográficas a respeito dessa associação entre Resolução de Problemas e Novas Tecnologias? A fim de responder tal pergunta, o objetivo da dissertação consiste em realizarmos um levantamento de trabalhos que tratam da proposta de associação das Resoluções de Problemas e das Novas Tecnologias no Ensino da Matemática. Primeiramente, abordamos as temáticas de forma dissociada. Para isso, utilizamos como referenciais teóricos para tratar das Resoluções de Problemas autores como Polya (1995), Onuchic (1999) e Allevato (2005). Já para as Novas Tecnologias utilizamos Kensky (2008) e Borba e Penteado (2007). Posteriormente, buscamos artigos, dissertações e teses que concatenam os temas e apresentamos um pequeno resumo de cada trabalho encontrado nesta pesquisa. Constatamos, dentre outros fatos, que o uso das Novas Tecnologias potencializa a metodologia da Resolução de Problemas. Verificamos também que existem muitas bibliografias a respeito dos assuntos isoladamente, mas ainda há uma carência de escritas teóricas que tratem dessa associação das temáticas.

**PALAVRAS CHAVE:** Resolução de Problemas, Novas Tecnologias, Ensino de Matemática.

## **ABSTRACT**

That dissertation speaks of the association between Problem Solving (seen as a teaching methodology) and New Mathematical Teaching Technologies (seen as auxiliary tools). The inquiry that motivated its writing was: how does the bibliographic output concerning such association between Problem Solving and New Technologies fair? In order to answer this question, the objective of the dissertation involves the performance of a study of works that deal with the proposition of the association between Problem Solving and New Mathematical Teaching Technologies. First, we approached the topics separately. To that end, as theoretical references on Problem Solving, we used authors such as Polya (1995), Onuchic (1999) and Allevato (2005). As for New Technologies, we utilized Kensky (2008) and Borba and Penteadó (2007). Afterwards, we researched articles, dissertations and theses that connect the subjects and then presented a small summary of each work found in that search. We concluded, amongst other facts, that use of new Technologies enhances the Problem Solving methodology. We also saw that there are lots of bibliographies concerning the topics individually, but there is little theoretical work on their association.

**KEY WORDS:** Problem Solving, New Technologies, Mathematical Teaching.

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**CIAEM** – Conferência Interamericana de Educação Matemática

**CNPq** – Conselho Nacional de Pesquisas

**EAD** – Educação a Distância

**EDUCERE** – Congresso Nacional de Educação

**ENEM** – Encontro Nacional de Educação Matemática

**FAPERJ** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

**IMPA** – Instituto de Matemática Pura e Aplicada

**MPP** – Mathematic Plotting Package, traduzido por “Pacote de Plotagem Matemática”

**NTEM** – Novas Tecnologias no Ensino da Matemática

**PCN** – Parâmetro Curricular Nacional

**PIBID** – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

**PROFMAT** – Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

**PUC / SC** – Pontifícia Universidade Católica / Rio Grande do Sul

**PUC / SP** – Pontifícia Universidade Católica / São Paulo

**RPMs** – Resolução de Problemas Matemáticos

**SBM** – Sociedade Brasileira de Matemática

**SESC** – Serviço Social do Comércio

**TCC** – Trabalho de Conclusão de Curso

**TIC** – Tecnologia da Informação e Comunicação

**UBU** – Universidade de Burgos

**UFF** – Universidade Federal Fluminense

**UFRJ** – Universidade Federal do Rio de Janeiro

**UFRRJ** – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

**UNB** – Universidade de Brasília

**UNICAMP** – Universidade Estadual de Campinas

**USP** – Universidade de São Paulo

**UFPE** – Universidade Federal de Pernambuco

**UNESP** – Universidade Estadual Paulista

**UFSC** – Universidade Federal de Santa Catarina

**UIDEF** – Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação

**UFOP** – Universidade Federal de Ouro Preto

**UFG** – Universidade Federal de Goiás

**UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**UFSCar** – Universidade Federal de São Carlos

**UNIVATES** – Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior

**UERR** – Universidade Estadual de Roraima

**UNICENTRO** – Universidade Estadual do Centro-Oeste

## ÍNDICE DE QUADROS

**Quadro 1:** Fases da Resolução de Problemas segundo Polya ..... 27

**Quadro 2:** Etapas da Resolução de Problemas segundo Sternberg ..... 30

**Quadro 3:** Os Dez Mandamentos para Professores segundo Polya ..... 35

## SUMÁRIO

### ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

### ÍNDICE DE QUADROS

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1 - RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b> .....	<b>17</b>
1.1 O QUE É UM PROBLEMA? .....	18
1.2 BREVE HISTÓRICO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....	23
1.3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS: ESCOLA, ALUNO E PROFESSOR .....	29
1.4 DESAFIOS .....	40
<b>CAPÍTULO 2: NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA</b> .....	<b>42</b>
2.1 O QUE SÃO TECNOLOGIAS E NOVAS TECNOLOGIAS? .....	44
2.2 A ESCOLHA POR OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....	46
2.3 NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS: ESCOLA, ALUNO E PROFESSOR .....	49
2.4 DESAFIOS .....	56
<b>CAPÍTULO 3: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E AS NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA</b> .....	<b>59</b>
3.1 LEVANTAMENTO DE TRABALHOS .....	60
3.2 ASSOCIAÇÕES DAS NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....	76
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>81</b>

## INTRODUÇÃO

Mesmo com a certeza de que a matemática é essencial às nossas vidas, ainda há muitos alunos que apresentam aversão a ela. Sua real presença em nosso dia a dia é sucumbida pelas maçantes aulas que se distanciam, normalmente em métodos puramente tradicionais, das possibilidades de associações e estreitamento com o nosso cotidiano. Cansativos e mecânicos exercícios, valorização da memorização, repetições alienadas e incansáveis fórmulas são marcantes características que proporcionam esse olhar insatisfeito e desmotivador às aulas de matemática, tornando-a um grande problema para os alunos e, como consequência, para a prática docente. Talvez o que justifique isto seja a utilização de metodologias que distanciam a matemática das salas de aulas da sua real presença na vida dos alunos. Essa reflexão sobre o ensino da matemática não é uma pauta inédita e muito menos recente. Diversos pesquisadores têm se debruçado na tentativa de promover uma melhor qualidade ao ensino da matemática no Brasil. O movimento “escolanovista” é um exemplo dessa ascensão da Educação Matemática no Brasil desde a década de 1920, propiciando, a partir da década de 1970, uma revolução no ensino da matemática que se dá até os dias atuais (FIORENTINI, 1994, p.7 – 17).

Desde os tempos de escola até hoje, como professor de matemática, deparo-me com dificuldades no processo de aprendizagem e associação das Resoluções de Problemas. Torna-se relevante e justificável a escolha por este tema não só pelo fato de ter se tornado uma disciplina no currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro, nem mesmo por ser uma Tendência em Educação Matemática, mas também por ainda subsidiar diversos encontros de matemática e ser eixo temático de congressos da área. Olhamos, neste trabalho, para a Resolução de Problemas como uma metodologia de ensino e utilizamos Polya (1995), Smole (2010), Onuchic (1999), Allevato (2005) e Dante (2000) como alguns dos referências teóricos para fundamentar nossa escrita. Percebemos com a construção dessa dissertação o quão complexo é trabalhar com a Resolução de Problemas. Vinculado a isso, ainda nos deparamos com a falta de interesse de muitos alunos com relação à matemática. Mas, ao considerarmos a escola como uma das principais responsáveis por inserir o aluno na sociedade, tanto modificando-a quanto sendo modificado por ela, e também ao notarmos que, muitas vezes, a matemática se apresenta no nosso dia a dia em forma de situação-problema, cabe-nos a tarefa de voltar nossos olhares para a prática docente na tentativa de apresentar esta metodologia

vinculada a ferramentas que nos permitam uma maior aproximação com a realidade do aluno.

Por outro lado, defrontamo-nos cada vez mais com a avassaladora presença das novas tecnologias em sala de aula. Por vezes, o professor precisa interromper sua aula no intuito de solicitar a atenção do aluno que, incansavelmente, está mexendo no celular (*smartphone*). Hoje é praticamente impossível vivermos sem as tecnologias, ainda mais que, como pode ser verificado ao decorrer da leitura deste trabalho, a tecnologia vai muito além de computadores e *smartphones*. Elas estão ocupando espaço essencial na vida das pessoas e, em especial, no cotidiano dos alunos. Assim, apresentam-se como interessantes ferramentas auxiliares no processo educativo. Sua presença pode induzir profundas e significativas mudanças na maneira de organizar o ensino (KENSKY, 2008, p.44). Muitos autores e pesquisadores defendem a inserção das novas tecnologias em sala de aula e se debruçam em pesquisas e experiências que possam mostrar sua aplicabilidade e importância no contexto escolar e, em particular, nas aulas de matemática. Em muitos congressos, este assunto é eixo temático, apresentando uma gama de relatos de experiências e comunicações científicas que relacionam assuntos da matemática com a utilização de computadores, calculadoras, *tablets*, entre outras máquinas que normalmente são acompanhadas de *softwares* educativos. Atentamos para as novas tecnologias, nesta dissertação, como uma ferramenta auxiliar no trabalho para com a Resolução de Problemas, vista como uma metodologia de ensino. Utilizamos, para isso, autores como Kensky (2008), Allevato (2005), Borba e Penteado (2007) para referendarem nossa escrita sobre as novas tecnologias no ensino da matemática.

A ideia de envolver a Resolução de Problemas e as novas tecnologias no ensino da matemática vem tanto dos trabalhos de conclusão de curso, quanto das disciplinas cursadas por mim nas especializações em “Novas Tecnologias no Ensino da Matemática” (oferecida pela Universidade Federal Fluminense - UFF) e em “Ensino de Matemática” (ofertada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ). Somam-se a isso minhas vivências em sala de aula, que ratificam a importância da Resolução de Problemas como metodologia e mostram a intrínseca intimidade dos alunos com as novas tecnologias digitais. Arelado a isso ainda temos as associações encontradas no trato dos autores pelas temáticas isoladamente. Por fim, enfatizamos também a incansável busca por melhorias na qualidade do ensino da matemática, a fim de propiciar aos alunos maior interesse por tal área do conhecimento. Acreditamos que essa proposta de associação entre ambas as

temáticas pode fortalecer o ensino da matemática, bem como favorecer a interação dos alunos e a motivação no estudo desta área de conhecimento.

Empossado do desejo de retratar o assunto, surge-nos o seguinte questionamento motivador para esta dissertação: Como estão se dando as produções bibliográficas a respeito dessa associação entre Resolução de Problemas e Novas Tecnologias? Com o intuito de investigar e promover uma resposta para tal pergunta, o objetivo geral deste trabalho consiste em construirmos um estudo da metodologia das Resoluções de Problemas amparadas pelo auxílio das novas tecnologias no ensino da matemática. Para isso, subsidiamos nossa pesquisa com autores que tratam dessas temáticas de forma dissociadas. A partir disso, pontuamos os papéis da escola, do professor e do aluno neste contexto, bem como apontamos desafios encontrados no trabalho com tais temáticas. Assim, conseguimos alcançar o objetivo específico desta dissertação, que consiste em realizarmos um levantamento de trabalhos que tratam da proposta de associação das Resoluções de Problemas e das Novas Tecnologias no Ensino da Matemática. Baseamos-nos, para isso, numa pesquisa qualitativa e bibliográfica.

Este trabalho foi dividido em três capítulos, além da introdução e das considerações finais. São eles: “Resolução de Problemas”, “Novas Tecnologias no Ensino da Matemática” e “Resolução de Problemas e as Novas Tecnologias no Ensino da Matemática”.

Nesta introdução, apresentamos as justificativas que levaram à escolha pelo tema Resoluções de Problemas amparadas pelo uso auxiliar das novas tecnologias digitais, assim como o objetivo geral e específico que nortearam o desenvolvimento da dissertação.

O capítulo que trata das Resoluções de Problemas foi dividido em quatro seções. São elas: “O que é um Problema?”, “Breve Histórico da Resolução de Problemas”, “Resolução de Problemas Matemáticos: Escola, Aluno e Professor” e “Desafios”. A primeira seção objetiva apresentar as diferentes conceituações trazidas por autores como Charnay (1996) e Lester (2012) para o que vem a ser um problema e, com isso, assumirmos nosso posicionamento no sentido de atribuímos a visão que queremos dar ao problema. A segunda seção se incumbe de nos apresentar um breve contexto histórico da Resolução de Problemas e sua ligação ao Ensino da Matemática. Já na terceira seção, fazemos um levantamento bibliográfico sobre o assunto, apresentando suas ligações com

a escola, o aluno e o professor. Por fim, a quarta seção nos traz alguns desafios no trabalho com a metodologia da Resolução de Problemas.

O capítulo que trata das Novas Tecnologias no Ensino da Matemática foi também dividido em quatro seções. São elas: “O que são Tecnologias e Novas Tecnologias?”, “A Escolha por Objetos de Aprendizagem”, “Novas Tecnologias Digitais: Escola, Aluno e Professor” e “Desafios”. Na primeira seção apresentamos uma definição para tecnologia, dada por Kensky (2008), e também para novas tecnologias. A segunda seção nos traz uma breve análise de alguns aspectos, expressos no trabalho de Fonseca e Barrère (2013), a serem observados anterior à inserção dos objetos de aprendizagem em sala de aula. Na terceira seção realizamos um levantamento bibliográfico sobre as novas tecnologias, apresentando suas relações com a escola, professor e aluno. Já na quarta seção trouxemos alguns desafios que poderão ser encontrados na tentativa de implementação das tecnologias em sala de aula.

O capítulo que trata da Resolução de Problemas e das Novas Tecnologias no Ensino da Matemática, com ambas as temáticas sendo apresentadas de forma associada, foi dividido em duas seções. São elas: “Levantamento de Trabalhos” e “Associações das Novas Tecnologias Digitais à Resolução de Problemas”. A primeira seção objetiva apresentar a pesquisa realizada em busca de trabalhos acadêmicos que tratam da metodologia da Resolução de Problemas apoiada pelo auxílio das novas tecnologias no ensino da matemática. De posse de toda a construção do trabalho, ressaltamos na segunda seção as proximidades e associações encontradas nos estudos das novas tecnologias e da Resolução de Problemas.

Por fim, apresentamos as considerações finais do trabalho.

## **CAPÍTULO 1: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

O interesse por este tema é justificado por toda minha trajetória tanto acadêmica, quanto profissional. Durante o Ensino Médio, cursado no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), eu tive contato com as mais variadas maneiras de se apresentar um conteúdo matemático. É claro que naquele tempo eu não tinha a consciência da perspectiva de trabalho realizado por cada professor, nem tampouco que a preparação anterior à exposição da aula era tão importante ser pensada e planejada. Todavia, foi naquele período que aflorou em mim o desejo de ter o ensino da matemática como profissão. Agora, compreendo que o professor, ao tratar determinados conteúdos matemáticos sobre o pilar da Resolução de Problemas, percebia que a interiorização dos conceitos e a manutenção prática dessa área de conhecimento ocorriam de maneira mais natural e harmônica. Tal ideia foi ratificada durante o Curso de Licenciatura em Matemática, cursado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde muitas disciplinas faziam uso da Resolução de Problemas. Somado a isso, ainda existem as lacunas e dificuldades encontradas na prática docente que justificam tal pesquisa.

Neste sentido, no presente capítulo apresento o resultado da busca por algumas pesquisas realizadas a respeito das Resoluções de Problemas. Para isso, o capítulo está organizado em quatro seções, a saber: a primeira, intitulada “O que é um Problema?”, tem por objetivo apresentarmos algumas definições de diferentes autores a respeito do que é um problema. Esse levantamento nos conduz a um posicionamento quanto ao conceito que estaremos aqui considerando para problema. Na segunda seção, intitulada “Breve Histórico da Resolução de Problemas”, apresentamos um resumido contexto histórico da Resolução de Problemas e sua ligação com o Ensino da Matemática. Na terceira seção, intitulada “Resolução de Problemas Matemáticos: Escola, Aluno e Professor”, fazemos um levantamento bibliográfico sobre o assunto, apresentando seus objetivos, suas inferências – tanto na instituição escolar, quanto na vida do aluno e do professor – e trazemos algumas considerações a respeito de sua metodologia. Por fim, de posse das leituras realizadas, identificamos alguns desafios e dificuldades que poderão ser encontrados na tentativa de implementar as Resoluções de Problemas em sala de aula. Intitulamos esta seção por “Desafios”.

## 1.1 O QUE É UM PROBLEMA?

Inicialmente, é interessante destacarmos que consideraremos situação-problema e problema como sinônimos. Além disso, cabe enfatizar que, segundo Lorenzato e Vila (1993), apud Verçosa, Rocha e Teles (2010, p.5), a noção do que é, de fato, um problema é difícil de se conceituar do ponto de vista da matemática. O termo problema está constantemente em utilização por nós professores de matemática, mas na maioria das vezes não vem acompanhado de uma reflexão a respeito de sua conceituação. Sua definição vai desde uma visão geral, do senso comum, como sinônimo de dificuldades e aperto, até as especificidades presentes no âmbito da matemática. Até mesmo as pessoas que não estão intimamente ligadas à matemática sugerem que problema seja uma palavra imprescindível da nossa linguagem e vivência. Muitos até veem a matemática como um dos seus sinônimos por considerá-la algo muito difícil e pouco prazeroso. Veremos aqui que há definições e ideias bastante sugestivas sobre o que é um problema.

Para o nosso estudo, problema não se limita a exercícios que, por vezes, muitos livros didáticos apresentam de forma mecânica e repetitiva, como fixação de conteúdos, e dos quais alguns professores fazem uso como utensílio de adestramento na aplicação de determinada habilidade matemática. Aliás, cabe ressaltar que muitos materiais didáticos estão superando essa visão mais tradicional de ensino. Não estamos condenando o uso eventual dessa conduta, porém explicitando que Resolução de Problemas está distante disso. Dentre outros motivos, acreditamos que tal ação inviabiliza uma das importantes características proporcionadas ao se trabalhar sobre o pilar da Resolução de Problemas, que é a de fazer refletir e pensar criticamente através de uma situação-problema. O aluno deve ser capaz não só de realizar repetições, mas, principalmente, deve estar apto a *“ressignificar em situações novas”* e a *“adaptar”* e *“transferir seu conhecimento para resolver novos problemas”* (CHARNAY, 1996, p. 38).

A Matemática não é um esporte para espectadores; não se pode desfrutar dela nem aprendê-la sem a participação ativa; por isso o princípio da aprendizagem ativa é particularmente importante para nós, professores de matemática, especialmente se considerarmos como nosso principal objetivo, o primeiro de nossos objetivos, o de ensinar o estudante a pensar. (POLYA, 1995, p.10.)

Antes de apresentarmos efetivamente como iremos abordar a conceituação para problema, faz-se necessário e interessante destacarmos o que alguns autores dizem a respeito de sua definição. A saber:

Uma das definições para Problema pode ser encontrada nos escritos de Thompson (1989), conforme citado por Allevato (2005, p. 39). Lá temos implicitamente uma descrição que diz que a importância do problema se dá na obtenção de uma resposta. O problema estará resolvido a partir do momento em que temos um resultado final. A ênfase está no fim, o que sugere uma desconsideração na relevância do processo e dos caminhos para se obter o resultado em questão.

descrição de uma situação envolvendo quantidades estabelecidas, seguida de uma pergunta sobre alguma relação entre as quantidades cuja resposta pede a aplicação de uma ou mais operações aritméticas (THOMPSON, 1989, p.235; apud ALLEVATO, 2005, p.39)

Para Charnay (1996), o conceito de problema está mais próximo de uma possível definição mais generalizada, pois o autor o associa a dificuldade e a um “*obstáculo a ser superado*”.

só há problema se o aluno percebe uma dificuldade; uma determinada situação que ‘provoca problema’ para um determinado aluno pode ser resolvida imediatamente por outro (e então não será percebida por este último como sendo um problema). Há então, uma idéia de obstáculo a ser superado (CHARNAY, 1996, p.46).

O Parâmetro Curricular Nacional - PCN preconiza a Resolução de Problemas como um caminho para se fazer matemática em sala de aula.

“Um problema matemático é uma situação que demanda a realização de uma seqüência de ações ou operações para obter um resultado. Ou seja, a solução não está disponível de início, no entanto é possível construí-la.” (PCN, 1997, p. 32-33)

Segundo Pozo e Echeverría (1998) problema está relacionado a questões abertas que exigem um posicionamento dinâmico do aluno.

A solução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa ou um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes. (POZO e ECHEVERRÍA, 1998, p.09)

Dante (1988), apud Cavalcanti, Branco e Santos (2011, p. 5) diz que Problema “*é a descrição de uma situação onde se procura algo desconhecido e não temos previamente nenhum algoritmo que garanta a sua solução*”. Para ele, problemas não são como exercícios. Estes seriam, como o próprio nome sugere, ferramentas para praticar determinado processo ou algoritmo matemático. Já aquele exige processos mentais mais complexos e desafiadores. Já no ano 2000, Dante define um problema como sendo “*qualquer situação que exija o pensar do indivíduo para solucioná-lo*” (DANTE, 2000, p.9) e problema matemático como sendo “*qualquer situação que exija a maneira matemática de pensar e conhecimentos matemáticos para solucioná-lo*” (DANTE, 2000, p.10).

Para Hibert (1997), conforme citado por Costa e Allevato (2010), o que é um problema está relacionado a um certo distanciamento de memorizações, regras e fórmulas. O aluno, assim, não está preso a um método de solução que o limita a desbravar novos conhecimentos.

qualquer tarefa ou atividade para a qual os estudantes não têm regras ou métodos prescritos ou memorizados, nem há um sentimento por parte dos estudantes de que há um método 'correto' específico de solução (HIBERT; 1997 apud COSTA e ALLEVATO; 2010, p.2).

A Resolução de Problemas é, segundo Lupinacci e Botin (2004), um método a ser utilizado pelo professor, ao ensinar determinado conteúdo de matemática, que distancia a falta de interesse por parte dos alunos, uma vez que os desafiam através da exploração do problema.

A resolução de problemas é um método eficaz para desenvolver o raciocínio e para motivar os alunos para o estudo da Matemática. O processo ensino e aprendizagem pode ser desenvolvido através de desafios, problemas interessantes que possam ser explorados e não apenas resolvidos. (LUPINACCIE BOTIN, 2004, p.1).

Segundo Alvarenga e Vale (2007), problema é aquilo com o que nos deparamos e não sabemos, em primeira mão, como enfrentá-lo. É necessário, para isso, “*processos mentais*” e estratégias que deverão estar intimamente relacionadas “*à criatividade e à curiosidade*”.

É consensual que se está perante um problema quando a situação não pode ser resolvida pelo recurso imediato a processos conhecidos e estandardizados. A procura da solução envolve o recurso adicional de processos mentais que podem ajudar a chegar à solução e que constituem um apoio para que os alunos consigam, com entusiasmo e sucesso, resolver problemas. Estes processos são vulgarmente designados por estratégias de resolução de problemas e estão mais

associados à criatividade e à curiosidade, que à aplicação rotineira de um conjunto de técnicas sem significado. (ALVARENGA & VALE, 2007, p.29)

Já Van de Walle (2001, apud PINHEIRO 2008) vê a definição para problema como um processo em que não conhecemos um método já estabelecido para sua correta solução.

Um problema é definido como qualquer tarefa ou atividade para a qual os estudantes não têm método ou regras prescritas ou memorizadas, nem a percepção de que haja um método específico para chegar à solução correta. (VAN DE WALLE, 2001, apud PINHEIRO 2008, p.51)

Para Lester (2012), problema é sinônimo de “*tarefas matemáticas*” que possibilitam, através de desafios, a progressão matemática no aluno.

O termo “resolução de problemas” refere-se a tarefas matemáticas que têm o potencial de proporcionar desafios intelectuais para melhorar o entendimento e desenvolvimento matemático dos estudantes.” (LESTER, 2012, p.148)

Posto algumas dessas definições e ideias a respeito do que é um problema, cabe a nós nos posicionarmos no sentido de apresentar a visão que queremos atribuir para definir um problema. Por muitas vezes me deparei com circunstâncias desafiadoras na matemática – independentemente do nível de escolaridade em que me encontrava. Estas situações me levavam a questionamentos que, de acordo com conhecimentos prévios, eu não possuía ferramentas necessárias e suficientes para saná-los. Tal fato acontecia/acontece não por ausência de caminhos a percorrer, mas, principalmente, por falta de informações que poderão ser adquiridas motivadas pelo questionamento em questão ou mesmo por outros momentos acadêmicos da vida, pois acredito que o que hoje é uma circunstância desafiadora, em outro instante poderá não mais ser. Em contrapartida, dificilmente estaremos na ausência dessas inquietações. Por mais informados que sejamos, sempre poderão existir questionamentos para os quais precisaremos de um maior debruçar sobre eles na tentativa de solucioná-los.

Hoje, como professor de matemática, percebo que o que pode ser um questionamento desafiador para um determinado aluno, pode não ser para outro, mesmo estando ambos na mesma sala de aula e em igual nível de escolaridade. Interessante é o fato de poder reviver momentos da minha vida em que, claramente, eu estava na posição de um desses alunos: seja o que visualiza caminhos para solucionar o questionamento,

seja o que se sente mais desafiado por não saber lidar, de imediato, com a questão. Essa lembrança não é tão distante, uma vez que essas vivências se perpetuaram no decorrer da minha trajetória acadêmica, e acredito fielmente que ainda se perpetuarão em todo tempo em que me dispuser a buscar novas qualificações e aprendizagens matemáticas. Talvez o que me motivou a encontrar no ensino da matemática um refúgio para minhas inquietações quanto ao futuro profissional tenha sido o fato dessa ciência me desafiar constantemente. E o mais interessante é que posso, por meio de experiências desafiadoras, proporcionar a colegas e alunos o prazer de também serem desafiados por meio da matemática. É o que tento fazer hoje com meus alunos. Assim, aprendo ainda mais! Percebo também, com isso, a individualidade que pode ter tal assunto na vida de cada pessoa. Conforme já citamos, o que é um problema para alguém pode não ser para outra pessoa. A solução não está em encontrar quem tem a resposta para o nosso problema. Isso é muito pontual e, por vezes, limitado. Mas está, principalmente, no processo que devemos desenvolver para alcançá-la. Nem todos percorrem o mesmo caminho, mas a incansável busca por um deles é que traz o real prazer do desafio e a notória beleza da matemática escondida por trás de um simples resultado final.

Sendo assim, ao tratarmos sobre situação-problema, estaremos considerando muito mais o processo que o aluno estará utilizando, bem como sua execução, do que a resposta final. Nesse sentido, é evidente que, se a maneira de se trabalhar com determinado problema estiver bem encaminhada, atentando-se para sua execução, a resposta final será meramente uma consequência. Assim, assumirei nesta pesquisa como concepção para problema questionamentos para os quais o aluno não possua ferramentas prontas e, de imediato, conhecidas para resolvê-lo; ainda assim, mostram-se interessados em buscar e investigar caminhos para solucioná-los. Isso vai além de desafios; são inquietudes que determinadas questões podem trazer para o aluno e que o levem, de forma ativa e crítica, a avançar na matemática e a desbravar novos conceitos e propriedades através de sua própria investigação e pesquisa.

## 1.2 BREVE HISTÓRICO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A Matemática e a Resolução de Problemas estão há tempos vinculadas. Não com o olhar que atribuímos hoje a essa relação, mas com o viés de solucionar questões ligadas às dificuldades vivenciadas cotidianamente pelos povos. Segundo Onuchic (1999), há registros de problemas encontrados desde a história antiga egípcia, chinesa e grega. O Papiro de Moscou, por exemplo, foi escrito aproximadamente em 1890 a.C., e são problemas que o compõem. Remota, com isso, o quão longínqua pode ser a concepção de problema e suas mais variadas maneiras de serem observadas. Sobrevivência, dificuldades do dia a dia dos povos, diversão / passatempo são algumas das relações que podem ser encontradas para problema. Posteriormente, é com o avançar das ciências que o olhar para problema se volta ao Ensino e toma outras proporções como as de fixação de conteúdo. Mesmo com o avanço das concepções acerca do sentido de problema e sua utilização, ainda guardamos ideias presentes no tempo antigo para a conceituação de problema. Prova disso são algumas das definições apresentadas anteriormente neste trabalho.

A história da matemática nos mostra a importância dos problemas. Por traz de muitas das descobertas matemáticas, havia sempre problemas que motivaram o nascimento de conceitos e teorias. A Duplicação do Cubo, a Quadratura do Círculo e a Trisseção do Ângulo são exemplos de clássicos problemas da matemática Grega que desempenharam importante papel no desenvolvimento da matemática. Ainda hoje há alguns problemas em aberto que levam diversos matemáticos a dedicarem suas vidas em busca de possíveis soluções. Sem contar que quem conseguir solucioná-los poderá ser financeiramente bem recompensado. Artur Avila - ganhador da medalha *Fields* por suas profundas contribuições na área de matemática, com ênfase em Sistemas Dinâmicos - é um exemplo atual de matemático que se dedicou à Resolução de um Problema durante anos. Avila, junto com a matemática Svetlana Jitomirskaya, em 2005, provou a "Conjectura dos dez Martínis<sup>1</sup>" que é um problema proposto em 1980 pelo norte-americano Barry Simon e para o qual, até então, não havia solução. Percebe-se que problema e matemática, há tempos, de forma colaborativa, caminham juntos, e que

---

<sup>1</sup> AVILA, A.; JITOMIRSKAYA, J.. The Ten Martini Problem. *Annals of Mathematics*, v. 170, p. 303-342, 2009.

existem diferentes formas de concepção ao decorrer dos anos. Aqui, abordaremos problema como uma metodologia para o Ensino da Matemática.

É indubitável que, na História da Matemática, alguns problemas têm significação especial: agindo como “catalisadores” eles influenciam muito o desenvolvimento da ciência. Tais problemas atraem devido à simplicidade e lucidez de seus enunciados, fascinando muitos especialistas que trabalham na área relevante da Matemática. Como resultado, vários novos métodos e mesmo novas teorias são elaborados e novas perguntas, profundas e abrangentes, são formuladas. (RAIGORODSKI, 2004, apud CARVALHO, 2004, p.1).

George Polya, em 1945, foi um dos primeiros a tratar de maneira mais consistente a Resolução de Problemas voltada para o Ensino da Matemática. Todavia, foi no final dos anos 1970 que a Resolução de Problemas passou a ter maior destaque em todo o mundo. As discussões voltadas para a Educação Matemática, tanto no Brasil quanto fora dele, começaram a revelar as novas tendências no campo da matemática e a necessidade de adaptá-las ao contexto escolar em busca de melhorias na relação de ensino e aprendizagem.

Foi na década de 1980 que o assunto se tornou ainda mais forte, com a publicação no Estados Unidos da “*An Agenda for a Action*”, traduzida como “*Agenda para Ação*” do NCTM (*National Council of Teachers of Mathematics*). Nela, o Conselho Nacional de Professores de Matemática, que é a principal organização profissional para professores de matemática – sem fins lucrativos – teve a intenção de apresentar seus olhares para as questões educacionais que, antes, eram mais fomentadas pela opinião pública. Segundo Onuchic (1999), esse conselho foi quem sugeriu, na perspectiva de promover uma educação voltada para todos, a Resolução de Problemas como foco da matemática para os anos 1980, pois foi a partir desta década que os educadores matemáticos passaram a aceitar a ideia de que resolver problemas necessitava de atenção. Porém, por ser uma proposta inovadora, existiam diversificadas concepções para a questão da Resolução de Problemas ser o foco da matemática escolar nos anos 1980. Prova disso foram os muitos recursos desenvolvidos em Resolução de Problemas que não culminaram em bons resultados por conta dessas divergências.

A partir das diferentes concepções existentes para o assunto na época, Schroeder e Lester (1989), conforme citado por Allevato (2005, p.45), propuseram três diferentes olhares para a Resolução de Problemas: ensinar sobre Resolução de Problemas; ensinar para resolver problemas; e ensinar através da resolução de problemas.

Ensinar sobre Resolução de Problemas seria ensinar o assunto “Resolução de Problemas” como uma nova teoria. Seu surgimento se dá, principalmente, como uma opção para tentar superar o fracasso da aprendizagem matemática e estimular os educadores da área com a implementação de uma nova teoria. Talvez esse olhar, bem como os demais, seja interessante para a formação do professor no curso de licenciatura.

Ensinar para resolver problemas de matemática vem como uma tentativa de resolver os problemas que o ensino da matemática moderna vinha apresentando. O professor, segundo Schroeder e Lester (1989), apud Allevato (2005), utiliza o que se ensina na matemática para transformar isso em problemas simples ou não tão simples assim. Seu olhar está na capacidade do aluno em transferir o que lhe foi ensinado para resolver problemas. É visto, com isso, como um instrumento a ser utilizado após a posse de novos conceitos ou após a prática de certos algoritmos. O problema aqui não antecede as novas descobertas, mas faz-se uso delas para atacá-lo.

Já ensinar matemática através da Resolução de Problemas consiste numa metodologia de ensino. Não é um novo conceito a ensinar, nem mesmo é parte de um conteúdo, mas é um essencial meio de se fazer matemática. O professor, por sua vez, faz uso da Resolução de Problemas como uma metodologia de ensino, aprendizagem e avaliação ao propor situações-problema que levem o aluno a se tornar ativo na construção de sua própria aprendizagem e ao proporcionar que o discente assuma um papel de pesquisador nas investigações propostas pelo problema.

Assim como no processo de construção da Matemática como disciplina, a essência do processo é a pesquisa, na construção do conhecimento para cada aluno, a essência do processo tem que ser a pesquisa. Dificilmente o aluno de Matemática testemunha a ação do verdadeiro matemático no processo de identificação e solução de problemas. O professor faz questão de preparar todos os problemas a serem apresentados com antecedência; conseqüentemente, o legítimo ato de pensar matematicamente é escondido do aluno, e o único a conhecer a dinâmica desse processo continua sendo o professor. O professor, com isso, guarda para si a emoção da descoberta de uma solução fascinante, da descoberta de um caminho produtivo, das frustrações inerentes ao problema considerado e de como um matemático toma decisões que facilitam a solução do problema proposto. O que o aluno testemunha é uma solução bonita, eficiente, sem obstáculos e sem dúvidas, dando-lhe a impressão de que ele também conseguirá resolver problemas matemáticos com tal elegância. (D'AMBRÓSIO, 1993, p. 36).

Na prática, Schroeder e Lester (1989), conforme citado por Allevato (2005, p. 43), ressaltam ainda que os três olhares expressos acima para a abordagem da Resolução de Problemas podem se estabelecer em diferentes momentos do ensino e, inclusive, de forma sobreposta. Aqui, ao tratarmos da proposta de implementar a Resolução de Problemas Matemáticos com as Novas Tecnologias digitais, assumiremos o terceiro olhar dado por Schroeder e Lester: ensinar **através** da Resolução de Problemas, uma vez que identificamos nessa teoria uma metodologia de ensino-aprendizagem voltada para os processos do pensamento que nos permitem identificar as limitações que o aluno apresenta em determinada habilidade e a incentivar o desenvolvimento do olhar de pesquisador no discente. Isso põe os educandos numa posição de agente ativo na construção de sua própria aprendizagem, o que favorece a minimização do distanciamento que muitos deles têm com relação à matemática.

O Húngaro e professor de Matemática Polya (1887 – 1985) foi um dos primeiros a publicar uma obra sobre Resolução de Problemas. De acordo com Andrade (1998), citado por Onuchic (1999):

“A primeira vez em que a resolução de problemas é tratada como um tema de interesse para professores e alunos, nos níveis superiores, foi a partir do livro *How to solve it*, de Polya, cuja primeira edição data de 1945. Antes desse período, entretanto, houve algumas experiências e alguns estudos enfatizando os produtos da resolução de problemas. As experiências mais remotas e significativas podem ser creditadas a Dewey, entre 1896 e 1904. Nessas experiências, as crianças estudavam através de projetos que reproduziam as situações socioeconômicas (estudo/resolução de problemas de interesse da comunidade). Dewey sugeria que essa orientação pedagógica, centrada em projetos, pudesse contribuir para o desenvolvimento do espírito crítico das crianças, capacitando-as a colaborar para o desenvolvimento de uma sociedade democrática (Fiorentini, 1994, p. 188)” (ANDRADE, 1998, p.7-8, apud ONUCHIC, 1999, p. 201-202)

A proposta de Polya se baseava em tornar os alunos ótimos para resolver problemas. Os escritos de Polya se tornaram referência para os educadores dedicados à matemática. Para ele, resolver problema é uma arte; ainda define quatro fases para a Resolução de qualquer Problema Matemático, são elas: compreensão do problema, construção de um plano de resolução, execução deste plano e retomada para conferência e verificação da solução do problema. Para Polya (1995, p. 18-19), “*uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema*”. E é essa descoberta que poderá desencadear no aluno

o interesse pelo exercício da mente. Até porque, segundo ele, são os problemas que tomam boa parte do nosso pensamento consciente, e a resolução dos mesmos exerce papel fundamental na atividade humana.

FASES	BREVE DESCRIÇÃO
Compreensão do Problema	Busca compreender o problema a fim de encontrar sua incógnita. É nesta fase que há o reconhecimento dos dados conhecidos, bem como a determinação do objetivo a ser alcançado.
Construção de um Plano de Resolução	Elabora-se, de posse da compreensão do problemas, os cálculos e caminhos a percorrer no intuito de obter a incógnita. Importante a concepção deste plano para sua futura execução.
Execução do Plano de Resolução	Coloca-se em prática o plano elaborado, examinando todos os detalhes decorrentes de sua execução. Caso haja contratemplos, volta-se à fase anterior para elaboração de um novo plano.
Conferência e Verificação dos Resultados	Em consonância com o raciocínio inicial, verifica-se o resultado fazendo uma revisão crítica da execução de todo o plano traçado.

**Quadro 1:** Fases da Resolução de Problemas segundo Polya (Fonte: o Autor)

Em 1997, já temos os PCN fazendo alusão à Resolução de Problemas Matemáticos como um caminho para se fazer matemática em sala de aula. A proposta dos PCN se fundamentam nos seguintes princípios:

- o ponto de partida da atividade matemática não é a definição, mas o problema. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos,

ideias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las;

- o problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema se o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão que lhe é posta e a estruturar a situação que lhe é apresentada;
- aproximações sucessivas ao conceito são construídas para resolver um certo tipo de problema; num outro momento, o aluno utiliza o que aprendeu para resolver outros, o que exige transferências, retificações, rupturas, segundo um processo análogo ao que se pode observar na história da Matemática;
- o aluno não constrói um conceito em resposta a um problema, mas constrói um campo de conceitos que tomam sentido num campo de problemas. Um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações;
- a resolução de problemas não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas uma orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se pode apreender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas. (BRASIL, 1997, p. 33)

Nesse contexto, diversos autores se dedicaram a escrever e pesquisar sobre o assunto. Autores do campo da matemática ou mesmo autores de outras áreas, como da psicologia e pedagogia, por exemplo. Hoje, a Resolução de Problemas continua sendo pauta de muitos congressos, simpósios e encontros da área de matemática. Muitos grupos de estudos se dedicam a esta temática. O grupo de pesquisa em “Resolução de problemas e educação matemática”, da Universidade Estadual da Paraíba e o “Grupo de trabalho e estudo em Resolução de Problemas em Educação Matemática<sup>2</sup>”, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho” são exemplos de que as discussões sobre o tema é atual, pertinente e geram muitos resultados e investigações nas salas de aula.

---

<sup>2</sup> Coordenado pela Professora Lourdes de la Rosa Onuchic – Doutora em Matemática pela USP.

### **1.3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS: ESCOLA, ALUNO E PROFESSOR**

A escola, por anos, apresentou-se como uma Instituição tradicional de ensino. Livros, lousa, cadernos e canetas eram tidos como suficientes para o fornecimento do conhecimento aos alunos. O professor, por sua vez, assumia o papel de transmissor do conteúdo, repetindo fórmulas e resolvendo mecânicos e repetitivos exercícios. Diversos autores questionam essa maneira de se trabalhar na escola. Moysés (2010) é uma delas, apresentando em suas escritas uma crítica ao “*extremo isolamento que cresce a cada dia na escola em relação ao mundo que a rodeia*” (MOYSÉS, 2010, p.59). Contudo, ao considerarmos esse lugar (Instituição Escolar) como um dos principais responsáveis por inserir o aluno na sociedade, modificando-a e sendo modificado por ela, precisamos voltar nossos olhares para ele e, principalmente, para os processos que estão sendo utilizados nas relações de ensino-aprendizagem presentes em seu contexto. Nesse sentido, a Resolução de Problemas vem na tentativa de proporcionar uma metodologia diferenciada para o ensino da matemática.

Aprofundando nosso estudo das Resoluções de Problemas, Sternberg (2001, p.384) nos apresenta etapas que por ele são consideradas necessárias ao se trabalhar com a Resolução de Problemas, a saber: identificação do problema, definição do problema, formulação de estratégia, organização das informações, alocação de recursos, monitoramento e avaliação. Segue abaixo um quadro que elaboramos com uma breve descrição de cada uma dessas etapas.

<b>ETAPAS</b>	<b>BREVE DESCRIÇÃO</b>
Identificação do Problema	Busca reconhecer a meta do problema. É uma constatação de sua questão central.
Definição do Problema	Encarregado de definir o problema e representá-lo em nível suficiente de compreensão para a sua solução.
Formulação de Estratégia	É um prévio planejamento para que o problema seja resolvido.
Organização das Informações	Visa integrar todas as informações de modo conveniente à tarefa do momento. Possibilita, com isso, uma melhor maneira de implementar sua estratégia.
Alocação de Recursos	Corresponde à alocação e à organização de recursos mentais. Assim, fica mais claro ,atribuir maior tempo e dedicação na resolução de um problema.
Monitoramento	Permite testar sua atuação durante toda a resolução de um problema com o intuito de assegurar-se de que a meta do problema está sendo bem direcionada.
Avaliação	É um processo contínuo que pode ocorrer durante o problema, ao final dele ou, mesmo mais tarde, à sua solução.

**Quadro 2:** Etapas da Resolução de Problemas segundo Sternberg (Fonte: o autor)

No passo denominado por “Formulação de Estratégia”, Sternberg (2001, p.384) sugere duas ramificações que a estratégia pode envolver: *Análise* e *Síntese*. A *análise* consiste em seccionar o problema em problemas mais simples. Como maneira de colaboração, o passo “formulação de estratégia” pode envolver o processo complementar de *síntese* que significa “*agrupar vários elementos para dispô-los em algo útil*” (Sternberg, 2001, p.384). Além disso, tal passo, segundo o autor, envolve dois tipos de pensamento: *divergente* e *convergente*. O pensamento *divergente* diz respeito a promover um conjunto de diferentes soluções possíveis para um determinado problema. Após análise das diversas soluções, emprega-se o pensamento *convergente* a fim de transformar as diferentes possibilidades numa única possibilidade, sendo esta o melhor dos caminhos encontrados para a solução do problema.

Sternberg (2001, p.384) ressalta ainda a necessidade de flexibilização ao seguir os passos descritos acima. Assim, é possível retroagir ou avançar ao longo das etapas, sua ordem pode ser alterada, pode-se agregar etapas ou até mesmo omitir alguma delas. Vivemos claramente essa necessidade de flexibilização ao planejarmos uma aula. Ao idealizarmos a maneira que trabalharemos um determinado conteúdo de matemática numa turma, sabemos ou deveríamos ter a consciência de que todo o plano pode não ser fielmente executado. Assim, é o caso das etapas apresentadas por Sternberg. O foco de Sternberg está na individual Resolução de Problemas. Porém, os resultados e soluções obtidos em grupo, ressalta o autor, podem ser melhores do que os determinados individualmente.

Reforçando a ideia apresentada pelos PCN (BRASIL, 1997) a respeito das Resoluções de Problemas, Dante (2000) considera a metodologia da Resolução de Problemas como o melhor caminho para desenvolver no aluno um pensamento produtivo. Para o autor, ensinar a resolver problemas é uma tarefa bem mais difícil que ensinar um conteúdo ou um conceito matemático. É uma maneira de ensino que requer do aluno variáveis de pensamento produtivo que oportunizam sua presente ação em todo processo, com incentivo e acompanhamento do professor. Para Dante (2000) “*O real prazer de estudar matemática está na satisfação que surge quando o aluno, por si só, resolve um problema. Quanto mais difícil, maior a satisfação em resolvê-lo.*” (DANTE, 2000, p.49). Os problemas incentivam os alunos e possibilitam a eles um real envolvimento com a matemática. É motivacional, uma vez que proporcionam aos alunos a autossuperação.

Mais do que nunca precisamos de pessoas ativas e participantes, que deverão tomar decisões rápidas e, tanto quanto possível, precisas. Assim, é necessário formar cidadãos matematicamente alfabetizados, que saibam como resolver, de modo inteligente, seus problemas de comércio, economia, administração, engenharia, medicina, previsão do tempo e outros da vida diária. E, para isso, é preciso que a criança tenha, em seu currículo de matemática elementar, a resolução de problemas como parte substancial, para que desenvolva desde cedo sua capacidade de enfrentar situações-problema. (DANTE, 2000, p. 15)

Cabe ressaltar que os PCN não preconizam a Resolução de Problemas apenas para o ensino fundamental, mas também reforçam sua importância no ensino médio. Essa perspectiva metodológica voltada para o nível médio deve ser entendida como um processo de investigação perante qualquer situação ou qualquer fato que possa ser questionado. Fica claro, com isso, que sua importância não está na resposta final de um problema, mas no seu processo e naquilo que pode ser desencadeado no aluno.

Resolver um problema não se resume em compreender o que foi proposto e em dar respostas aplicando procedimentos adequados. Aprender a dar uma resposta correta, que tenha sentido, pode ser suficiente para que ela seja aceita e até seja convincente, mas não é garantia de apropriação do conhecimento envolvido. (PCN'S, 1997, p. 45).

Ao se trabalhar com a metodologia da Resolução de Problemas, alguns autores, como Van de Walle, destacam o entusiasmo que certos alunos desenvolvem a partir do desafio proporcionado pelos problemas ou mesmo pelo desenvolvimento da capacidade de compreensão que experimentam através de seus próprios raciocínios. É um momento em que os alunos que já gostam de matemática passam a se apaixonar mais ainda por ela, e os que não tinham muito apreço passam a olhá-la de forma diferente. É claro, e é necessário registrar, que existem alguns alunos que, mesmo com esse trabalho diferenciado de aguçar o desejo pela aprendizagem matemática, continuam sem gostar dela e permanecem tendo ou não dificuldades de aprendê-la. Smole (2010, p.12) trata da importância dessa superação do obstáculo pelo resolvidor de um problema. A autora, assim como traz Dante (2000) e os PCN (1997), ressalta que problema não é uma situação focada em encontrar uma resposta de forma rápida, mas o cerne deve estar nas decisões a serem tomadas na tentativa de alcançar o objetivo previamente definido pelo próprio resolvidor do problema, ou mesmo um objetivo que lhe foi proposto. Esse processo é quem vai apresentar o envolvimento, a interação e o quanto o aluno se sente desafiado perante a situação-problema proposta.

Essa estratégia está centrada na ideia de superação de obstáculo pelo resolvidor, devendo, portanto, não ser de resolução imediata pela aplicação de uma operação ou fórmula conhecida, mas oferecer uma resistência suficiente, que leve o resolvidor a mobilizar seus conhecimentos anteriores disponíveis, bem como suas representações, e seu questionamento para a elaboração de novas ideias e de caminhos que visem a solucionar os desafios estabelecidos pela situação problematizadora, gerando então novas aprendizagens e formas de pensar. (SMOLE, 2010, p.12)

Refletirmos sobre a relação de ensino e aprendizagem na escola e trazermos a Resolução de Problemas para esse contexto é também identificarmos a própria aula como um espaço de problematização (SMOLE, 2010). Os alunos, com isso, deparam-se com constantes desafios e inquietações por meio dos quais formulam ideias, fazem testes, criam hipóteses, pensam criticamente a partir de experiências bem sucedidas, refletem a partir das experiências que não obtiveram êxito, formulam argumentações, socializam com os colegas de turma resultados e caminhos percorridos, bem como promovem discussões a respeito do problema. Enfim, requer que o aluno promova um processo de investigação científica a respeito daquilo que está sendo resolvido.

O aluno deve ser sempre estimulado a realizar um trabalho na direção de uma iniciação à “investigação científica”... Aprender a valorizar sempre o espírito de investigação. Esse é um dos objetivos maiores da educação matemática, ou seja, despertar no aluno o hábito permanente de fazer uso de seu raciocínio e de cultivar o gosto pela resolução de problemas. (PAIS, 1999, p.29-30, apud SANTOS, 2008, p.13)

O processo da Resolução de Problemas não deve ser visto de forma isolada, mas deve permear todos os níveis de escolaridade, bem como todos os assuntos a serem trabalhados na matemática. Existem conteúdos matemáticos pertencentes ao currículo mínimo da Educação Básica que não apresentam uma imediata aplicação prática e presente no cotidiano do aluno. Todavia, mesmo nesses casos é pertinente e interessante que a Resolução de Problemas se faça presente. Até porque sua importância não está condicionada somente às situações concretas, mas também vincula-se aos problemas que exijam do aluno um maior nível de abstração, mesmo estando este no ensino básico. Se nos atermos somente a questões de imediato envolvimento prático para a vida do discente, muitos assuntos presentes tanto no nível fundamental quanto no nível médio deveriam ser repensados ou até mesmo descartados do currículo mínimo por falta de uma imediata aplicabilidade concreta. E, essa discussão, apesar de interessante, não é o foco do nosso trabalho.

Ao refletir sobre a Resolução de Problemas ser parte de todo o processo de aprendizagem matemática, esbarramo-nos no fazer profissional do professor. Talvez, a matemática seja uma das áreas de conhecimento onde o tradicionalismo seja mais evidente. Isso pode ser justificado pelo fato de muitos professores, mesmo com o avanço da Educação Matemática, ainda se prevalecer de ultrapassados métodos de ensino. Muitos profissionais ainda ficam presos ao quadro, caneta e livros didáticos e não se dão a oportunidade de se reciclar, de fazer diferente, de olhar para outros recursos que estão tão presentes em nosso cotidiano, mas que os isolamos da sala de aula. E, não é só questão de não se dar a oportunidade, mas é, principalmente, de impossibilitar que o discente tenha a chance de conhecer a matemática de maneira diferenciada e mais atrativa. Isso faz com que o lado puramente abstrato da matemática fique ainda mais evidenciado para os alunos, bem como a memorização de fórmulas e algoritmos para a Resolução de Problemas. Características estas que podem desestimular ainda mais os alunos no estudo da matemática.

Ao se trabalhar com a Resolução de Problemas, o professor precisa se afastar de um modelo puramente tradicional de educação, onde o mesmo é considerado o detentor de todo o conhecimento, enquanto o aluno é vazio e sem conteúdo. A relação aluno/professor está focada no docente e na unilateralidade na transmissão do conhecimento neste modelo de ensino. Muitos pesquisadores, como Paulo Freire e Ubiratan D'Ambrósio, posicionaram suas escritas no sentido de superar esse padrão tradicional de ensino. De acordo com os PCN, diferentes metodologias de ensino devem fazer parte da atividade docente (BRASIL, 1998). Sendo assim, ao considerarmos a Resolução de Problemas como uma metodologia de ensino e um caminho para se trabalhar com a matemática em sala de aula, distanciaremos o nosso olhar do papel do professor puramente tradicional ao se trabalhar com a Resolução de Problemas.

Ao trazer a Resolução de Problemas como um meio para ensinar matemática, esbarramo-nos ainda na problemática que pode defrontar o professor no seu trabalho com a Resolução de Problemas, que é o quanto não dizer ou o quanto dizer quando os alunos estiverem debruçados sobre um problema. Se o professor denotar preferência por determinado método, por exemplo, pode ser que o aluno seja involuntariamente direcionado a copiá-lo e a não utilizar seus próprios meios para a Resolução do Problema. Isso acaba por impossibilitar que o aluno identifique seus erros e desenvolva ideias e concepções a respeito do problema.

George Polya, uma de nossas referências bibliográficas sobre a Resolução de Problemas, traz-nos também reflexões a respeito do papel do professor nas relações de ensino e aprendizagem no trabalho dessa metodologia. Polya, então, publicou dez regras que julga necessárias para a prática docente. Abaixo listaremos todas elas e posteriormente faremos referências a algumas delas ao relatar minha visão sobre os temas elencados.

<b>OS DEZ MANDAMENTOS PARA PROFESSORES</b>	
<b>1</b>	Tenha interesse por sua matéria;
<b>2</b>	Conheça sua matéria;
<b>3</b>	Procure ler o semblante dos seus alunos; procure descobrir as suas expectativas e as suas dificuldades; ponha-se no lugar deles;
<b>4</b>	Compreenda que a melhor maneira de aprender alguma coisa é descobri-la você mesmo;
<b>5</b>	Dê aos seus alunos não apenas informação, mas <i>know-how</i> , atitudes mentais, o hábito de trabalho metódico;
<b>6</b>	Faça-os aprender a dar palpites;
<b>7</b>	Faça-os aprender a demonstrar;
<b>8</b>	Busque, no problema que está abordando, aspectos que poderão ser úteis nos problemas que virão - procure descobrir o modelo geral que está por trás da presente situação concreta;
<b>9</b>	Não desvende o segredo de uma vez - deixe os alunos darem palpites antes -, na medida do possível, deixe-os descobrir por si próprios;
<b>10</b>	Sugira, não os faça engolir à força.

**Quadro 3:** Os Dez Mandamentos para Professores segundo Polya (Fonte: O autor)

Durante a disciplina de Tendências em Educação Matemática, ofertada tanto pelo curso de Especialização em Ensino de Matemática quanto pelo Mestrado em Matemática em Rede Nacional, ambos cursados na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), eu tive contato com o texto “Os Dez Mandamentos para Professores”, de autoria de George Polya, que nos apresenta esses dez princípios já elencados anteriormente. Ao lê-lo e ao fazer uma auto-reflexão, percebi o quão, de fato, é interessante e importante a observância destes mandamentos no trabalho não só com a Resolução de Problemas no ensino da matemática, mas em todo o processo de professorado da matemática.

Apesar da tendência de colocar o aluno como co-construtor do conhecimento ser evidenciada e marcada num período posterior ao de Polya, percebemos nesses mandamentos que o posicionamento do professor deve estar longe de uma postura tradicional ao se trabalhar com a Resolução de Problemas. Infere-se que o professor não é um transmissor do conteúdo, e o aluno apenas um agente passivo nesse processo. Ao recomendar que o docente deixe os alunos darem palpites, é possível notar que devemos considerar o conhecimento prévio do aluno e seus processos mentais. Há uma valorização do aluno, colocando-o numa posição de importância na aprendizagem e exaltando, mesmo que implicitamente, seus conhecimentos. Polya, ao aconselhar que não devemos fazer com que o aluno engula à força as propostas de ensino, propõe, mesmo que de forma implícita, a necessidade de transformarmos nosso aluno em um aluno pesquisador que, como parte principal de todo o processo, participa ativamente e criticamente de toda sua formação. O quarto mandamento também ratifica esse pensamento, uma vez que propicia ao aluno a oportunidade de avançar na resolução de um problema através de seus próprios erros e acertos. É um processo investigativo, cujo professor irá ser um mediador: alertando o aluno, desafiando-o, fazendo-o descobrir, incentivando-o a dar palpites, a refletir criticamente, a criar, a formular e reformular ideias e até mesmo possíveis generalizações (SOARES; PINTO, 2001, p. 1-9).

Muitos professores, ao apresentarem a solução de determinado problema para o aluno, escondem dele os inúmeros caminhos por trás daquela solução, as diversas hipóteses, conjecturas, suposições que antecederam àquele belo resultado. É muito honesto para o professor mostrar também que, nem sempre, mesmo dominando o conteúdo, é fácil resolver um problema. Quando não se tem essa postura, passamos para o aluno a imagem de que sempre temos o caminho correto para resolver de imediato um problema. Não devemos esconder as análises feitas, as possíveis mudanças de estratégia

e os contrapontos encontrados nas escolhas realizadas ao decorrer do problema. Assim, não passamos a impressão de que basta saber o conteúdo para conseguirmos facilmente resolver qualquer problema em alguns poucos minutos. Pelo contrário, muitos esboços podem ter sido feitos na busca por uma solução para determinado problema.

Segundo Dante (2000), os professores têm razões pelas quais devem fazer uso das Resoluções de Problemas de Matemática em sala de aula. Ele cita o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento produtivo e o enriquecimento da aula com desafios que tornam o encontro mais atrativo como algumas das razões para o professor trabalhar sobre o pilar da Resolução de Problemas. Ao propor um problema, as autoras Soares e Pinto (2001, p.8) citam importantes características que o professor deve observar, como propiciar a discussão e a socialização dos caminhos encontrados na Resolução do Problema, mesmo sendo caminhos considerados errados; estimular a verificação da solução e incentivar ideias e novos questionamentos.

A reflexão sobre o ensino da matemática é de suma relevância para o professor e deve fazer parte de suas atividades em todo o seu tempo de trabalho. A Resolução de Problemas dentro desse contexto do ensino da matemática, pregada pelos PCN como um dos caminhos de se fazer matemática na sala de aula, requer do professor uma análise das variáveis envolvidas nesse processo (aluno, professor e saber matemático) e das relações existentes entre elas. Com isso, os PCN citam como fundamental importância o professor:

Identificar as principais características dessa ciência, de seus métodos, de suas ramificações e aplicações;

Conhecer a história de vida dos alunos, sua vivência de aprendizagens fundamentais, seus conhecimentos informais sobre um dado assunto, suas condições sociológicas, psicológicas e culturais;

Ter clareza de suas próprias concepções sobre a Matemática, uma vez que a prática em sala de aula, as escolhas pedagógicas, a definição de objetivos e conteúdos de ensino e as formas de avaliação estão intimamente ligadas a essas concepções. (BRASIL, 1997, p. 29).

Ao se trabalhar com a perspectiva da Resolução de Problemas, os PCN ressaltam ainda que o papel do professor deve ganhar novas dimensões. Inclui nesse novo posicionamento para o professor ser:

- organizador da aprendizagem: preocupa-se inclusive com a escolha dos problemas a serem trabalhados. Estes devem propiciar a construção de conceitos, além de levar em consideração competências cognitivas do aluno, sua expectativa

e suas questões socioculturais. Uma má organização pode frustrar todo o objetivo previamente construído e possivelmente gerará incômodos nos alunos envolvidos neste processo de aprendizagem;

- consultor: não está preocupado somente com a exposição do conteúdo, mas em fornecer informações necessárias para que o aluno alcance o objetivo. Para isso, o professor oferece textos, tecnologias, explicações e diversos outros materiais que cooperem com o desenvolvimento das estratégias utilizadas pelos alunos no ataque a um problema;
- mediador: preocupa-se em contestar o aluno, em promover o confronto das propostas apresentadas por eles, orientar reformulações, além de promover o debate sobre os métodos utilizados, valorizando as soluções mais adequadas e considerando o conhecimento prévio dos alunos;
- controlador: no sentido de estabelecer prazos e condições para a realização da atividade proposta;
- incentivador da aprendizagem: visa proporcionar a cooperação entre alunos. É uma significativa forma de aprendizagem, uma vez que na troca com o colega ou mesmo com o professor, o aluno formula argumentos, realiza o exercício de convencimento a partir de sua visão para o problema, exerce a argumentação e promove conhecimento através das trocas proporcionadas pelo incentivo do professor à aprendizagem. Além de desempenhar um fundamental papel na formação afetiva entre os alunos ou mesmo entre o aluno e o professor. (BRASIL, 1997, p. 27)

Percebe-se, até então, que, ao se trabalhar com a Resolução de Problemas, há a necessidade de uma transformação na postura do professor. Essa mudança está intimamente relacionada com a formação do profissional da Educação, uma vez que somos também reflexos de nossa vida acadêmica e, muitas vezes, tomamos como parâmetro para nosso fazer profissional professores com os quais nos deparamos durante nossa formação. Até porque nossa profissão tem o privilégio de ter a própria formação acadêmica como palco de experiências para a profissionalização. D'Ambrósio (1993) traz isso em seus escritos ao dizer que, normalmente, temos contato com uma formação pronta e acabada e isso acaba frequentemente refletindo em nosso trabalho como professor. Sendo assim, enfatizamos a importância de que a metodologia da Resolução de Problemas incorpore a formação acadêmica inicial do professor para que o tal profissional

já se familiarize e se integre a essa metodologia, favorecendo, assim, a formação do docente, bem como a aprendizagem dos seus futuros alunos. Cabe enfatizar que essa integração não deve ser só do ponto de vista teórico, mas que, durante a formação o professor possa ter contato com a integração entre teoria e prática baseada nessa vertente. O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID é um excelente exemplo de vinculação da teoria vivenciada nas Universidades com a real prática das escolas de ensino básico da rede pública. Essa ponte proposta pelo PIBID é benéfica não só para a formação docente, mas também para as escolas participativas do projeto. Ressaltamos ainda que, essa indissociabilidade entre teoria e prática deve ser pensada não só para o uso dessa metodologia de ensino, mas em todos os possíveis conteúdos da matemática. Acreditamos, com isso, que as chances de êxito no ensino da matemática aumentam, bem como a compreensão e assimilação do assunto se tornam ainda mais enraizadas no aluno.

## 1.4 DESAFIOS

Assim como na vida, ao propormos uma mudança no contexto escolar, estaremos de frente a um grande desafio. É notório que, se estamos acostumados em nosso dia a dia a fazer algo sempre da mesma maneira, quando mudamos, podemos sofrer com a adaptação. O novo sempre nos traz receios e nos tira da zona de conforto. Ao propor uma metodologia de trabalho baseada na Resolução de Problemas, o desafio é tanto do professor quanto do aluno nesse processo.

Um dos desafios encontrados no trabalho com a Resolução de Problemas está no próprio enunciado do problema, o que faz com que, por vezes, seja necessário realizar adaptações e releituras dos enunciados a fim de eliminar ambiguidades e possíveis erros. Nessa questão, o professor precisa ter cuidado para que o aluno não se torne dependente da leitura e da interpretação do professor. O problema não pode ser ambíguo; sua linguagem precisa estar em consonância com o nível de escolaridade dos alunos e necessita ser claro o suficiente para que o discente desempenhe de forma mais independente possível sua interpretação.

Outro desafio é a dificuldade que muitos alunos têm na leitura e compreensão do enunciado de um problema. Às vezes, os obstáculos nem são os conceitos matemáticos em si, mas a falta de interpretação do problema. O professor, ao mediar esse processo, esclarecendo o enunciado para o aluno ou mesmo somente lendo em voz alta o problema para ele, percebe que as ideias de caminhos a tomar na tentativa de solucionar a situação-problema começam a ganhar corpo e a se apresentar de forma mais consistente por parte dos alunos.

O aluno muitas vezes não resolve o problema de matemática, não porque não saiba matemática, mas porque não sabe ler o enunciado do problema. Ele sabe somar, dividir etc., mas ao ler um problema não sabe o que fazer com os números e a relação destes com a realidade a que se referem. Não adianta dizer que o aluno não sabe nem sequer somar ou dividir números que não apresentam dificuldades, que ele não entende matemática... Porque de fato ele não entende mesmo é o português que lê. Não foi treinado para ler números, relações quantitativas, problemas de matemática. O professor de língua portuguesa não ensina isso porque diz que é obrigação do professor de matemática e o professor de matemática ou não desconfia do problema ou, quando muito, acha que ler e compreender um texto é um problema que o professor de língua portuguesa deve resolver na educação das crianças. Mas a escola cobra que ela saiba isso e se vire com perfeições e rapidez. (CAGLIARI, 2010, p.130).

Um outro desafio constante na vida do professor de matemática está no resgate da motivação que muitos alunos perderam com relação à área de conhecimento em questão. A matemática já é temida por muitos, e isso acaba por afastar ainda mais as pessoas dela. E, ao considerarmos que o interesse precede o bom resultado, torna-se fundamental animar os alunos a aprender matemática. Sem o despertar do interesse e da motivação, torna-se difícil fazer um bom trabalho com o aluno. Então, cabe também ao professor o empenho no sentido de tornar a matemática mais agradável e interessante. A inquietação proposta por um problema, por exemplo, pode ser uma saída motivacional. Minimizando, assim, a aversão que muitos alunos apresentam em relação à matemática.

Ao considerar o aluno como co-construtor de todo o processo de ensino e aprendizagem, o professor também é desafiado no sentido de não tornar sua relação com o aluno unilateral. Não cabe ao professor o poder do conhecimento, a detenção do saber, nem mesmo a sua pura transmissão. Ao mesmo tempo, também não o cabe considerar o discente como o único encarregado pelo processo de aquisição do conhecimento. Entender o papel tanto do professor quanto do aluno nesse processo interfere positivamente nos percalços de aprendizagem encontrados ao se trabalhar com a Resolução de Problemas.

## CAPÍTULO 2: NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

O interesse por este tema é justificado pelo meu estímulo no uso das tecnologias digitais no contexto escolar. É bem verdade que, durante minha formação básica, não tive muito acesso a um ensino da matemática que fizesse uso das novas tecnologias digitais em sala de aula, mesmo estando em um momento em que tais novidades já eram muito presentes na vida das pessoas. Já durante a graduação, alguns professores se valiam de algumas tecnologias como computador com *softwares* de geometria dinâmica, calculadora e outras máquinas como ferramentas auxiliadoras no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos específicos da matemática. Um bom exemplo do uso das tecnologias durante a graduação foi no estudo de limites e derivadas por meio de suas respectivas definições. A interpretação e compreensão do papel dos *épsilons* e dos *deltas* se tornava muito mais enraizada quando o professor utilizava *softwares* que nos permitiam enxergar melhor suas respectivas funções. Além disso, outras disciplinas retratavam de forma teórica a importância das novas tecnologias digitais vinculadas ao ensino da matemática por meio da leitura de textos e artigos e também por meio de apresentações de seminários sobre o tema.

Meu primeiro contato com o ensino a distância, tornando-me mais íntimo das tecnologias, foi na especialização que cursei pela Universidade Federal Fluminense (UFF/RJ) em NTEM. Foi uma enriquecedora experiência, pois, além de conhecer diversos textos interessantes a respeito do assunto, pude utilizar e conhecer *softwares* educacionais e me envolver com os colegas e tutores das disciplinas através da própria tecnologia. É interessante pois falávamos de nova tecnologia utilizando-a. O discurso e a teoria tomam corpo mais enraizado ao pertencermos ao que está sendo analisado e estudado. Nessa experiência, sentimos também as dificuldades inerentes ao trabalho com as tecnologias e os cuidados que devemos ter ao fazermos o seu uso em sala de aula ou mesmo em um ambiente virtual de educação a distância.

Outro aspecto que justifica a escolha por este tema é a real presença das tecnologias na vida das pessoas. Hoje, muitas crianças, mesmo antes de saber ler e escrever, já manipulam celulares, *tablets*, computadores, baixam jogos, veem vídeos e se divertem com as tecnologias. A maioria dos serviços e dos lugares são informatizados. Ao irmos ao consultório dentário, ao consultório médico, ao supermercado, à academia, ao banco, à universidade, à escola de educação básica, à farmácia, dentro da nossa própria casa e em diversos outros lugares normalmente

encontramos um computador e um sistema que geram nossos comprovantes e realizam a conferência e a manutenção dos locais descritos acima. O desafio hoje é pensar num estabelecimento que viva sem o uso das tecnologias na execução de seus serviços. Vamos além: o difícil hoje é encontrar uma criança, um jovem ou até mesmo um adulto que, tendo possibilidade de acesso às novas tecnologias, priva-se de tê-las no seu dia a dia.

Com tais justificativas postas e ao refletirmos no quão imprescindível tem se tornado as tecnologias digitais na vida das pessoas, esse capítulo vem no intuito de relacionarmos o ensino da matemática às tecnologias digitais. Para isso, organizamos o capítulo em quatro seções, a saber: a primeira, intitulada “O que são Tecnologias e Novas Tecnologias?”, objetiva apresentar uma definição encontrada na construção desse trabalho para tecnologia e também para as novas tecnologias. Esse estudo nos conduz a um posicionamento quanto ao olhar que queremos atribuir para as novas tecnologias neste trabalho. A segunda seção, intitulada “A Escolha por Objetos de Aprendizagem”, traz-nos uma sucinta análise de aspectos a serem observados anterior à inserção dos objetos de aprendizagem no contexto educacional. Na terceira seção, intitulada “Novas Tecnologias Digitais: Escola, Aluno e Professor”, realizamos um levantamento bibliográfico sobre o tema, apresentando seus objetivos, suas inferências na instituição escolar, na vida do aluno e também no fazer profissional do professor. Além disso, trouxemos algumas considerações a respeito de sua metodologia. Por fim, de posse das leituras realizadas a respeito do assunto e da minha experiência com tecnologias em sala de aula, identificamos alguns desafios que poderão ser encontrados na tentativa de implementar as Novas Tecnologias Digitais no contexto escolar, mais especificamente na sala de aula. Intitulamos esta quarta seção de “Desafios”.

## 2.1 O QUE SÃO TECNOLOGIAS E NOVAS TECNOLOGIAS?

Quando nos referimos a tecnologia, normalmente remetemos nosso pensamento a máquinas, equipamentos e utensílios diversos. Talvez, o computador seja um dos primeiros, quiçá o primeiro instrumento tecnológico que passa pela nossa cabeça para exemplificar tecnologia. Todavia, a expressão “tecnologia” vai muito além disso. Conforme cita Kensky (2008), o “*conceito de tecnologias engloba a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano consegue criar em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações*” (KENSKY, 2008, p. 22-23). Tecnologia vai muito além de instrumentos puramente concretos. A linguagem, por exemplo, é um tipo de tecnologia específica que não se apresenta em forma de máquinas, equipamentos e utensílios. Desde o início da civilização, essa tecnologia foi criada pela inteligência humana para possibilitar a comunicação e vem sendo transformada ao longo do tempo por meio das interferências de grupos sociais e das próprias relações existentes entre as pessoas. Além desse exemplo, poderíamos citar diversos outros que se expõem em forma de equipamentos, máquinas e utensílios, como os óculos, a prótese dentária, a muleta, a cadeira de rodas, o liquidificador, o aparelho de verificar pressão arterial, o telefone, o celular, o *smartphone*, o computador, o *notebook*, o *ultrabook* e diversos outros utensílios que cotidianamente pertencem à nossa vida.

De posse do conhecimento de que tecnologia não se limita ao uso do computador, do celular e do *tablet*, por exemplo, Kensky (2008) nos apresenta uma definição para tecnologia, a saber:

Ao conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade, chamamos de “tecnologia”. (KENSKY, 2008, p.24)

Já o conceito de novas tecnologias, por trazer em sua escrita a palavra “novas”, pode remeter ao conceito de inovação. Entretanto, com a rapidez nos avanços tecnológicos, torna-se complexo administrarmos o que, de fato, é considerado novo nos conhecimentos e instrumentos que estão surgindo. Vivenciamos isso constantemente com o avanço dos modelos de celulares. Num mês, é lançado um determinado modelo x de um *smartphone* e, pouquíssimo tempo depois, tal aparelho já se torna desatualizado e obsoleto, pois um novo e mais avançado modelo xs, por exemplo, já foi lançado no mercado. Segundo Kensky (2008) “*o critério para a identificação de novas tecnologias*

*pode ser visto pela sua natureza técnica e pelas estratégias de apropriação e de uso”* (KENSKY, 2008, p. 25). Neste sentido, produtos relacionados à eletrônica e às telecomunicações, por estarem em constantes modificações e avanços, são exemplos de novas tecnologias na atualidade.

De posse do que foi posto, nesta pesquisa consideraremos o conceito de novas tecnologias como sendo a concretude das máquinas, como computadores, calculadoras, celulares e *tablets* e a imaterialidade dos ambientes virtuais e das relações de informações proporcionadas.

## 2.2 A ESCOLHA POR OBJETOS DE APRENDIZAGEM

As tecnologias como suportes auxiliares no processo de ensino e aprendizagem – objetos de aprendizagem – devem ser pensadas não só para dentro das salas de aulas, mas também em sua utilização externa ao ambiente escolar, como, por exemplo, em casa. Assim, é imprescindível refletirmos sobre a escolha do objeto de aprendizagem que estaremos fazendo para os fins educacionais. Além dessa escolha, devemos nos atentar para as atividades propostas a partir dos objetos escolhidos, pois tais atividades precisam estar em consonância com a realidade e com o nível de escolaridade dos alunos.

Dentre outros aspectos, segundo Kensky (2008), a gratuidade de um *software*, a disponibilidade, a interface, a aplicabilidade, a dependência e a disponibilização do uso de redes devem ser alvos de análises para a escolha do objeto de aprendizagem. Muitos são os objetos tecnológicos disponíveis no mercado para fins educacionais, mas a consciência e a percepção de que nem todos ofertam condições de aprendizagens significativas é ponto de relevância a ser observado na escolha do objeto de aprendizagem.

Fonseca e Barrére (2013) apresentam autores como Prates (2003) e Mazzola (2000), que sugerem alguns critérios de qualidade a serem observados anteriormente à inserção dos objetos de aprendizagem no contexto educacional. São eles:

- Usabilidade: é importante que o professor saiba utilizar a tecnologia escolhida por ele como objeto de aprendizagem. Caso não saiba utilizar as novas tecnologias ou não as conheça bem, é imprescindível que o professor aprenda a utilizá-las antes de sua inserção em sala de aula. Além disso, a capacidade de utilização do objeto por parte do aluno também deve ser levada em consideração. A relevância da usabilidade está na melhora do aproveitamento do tempo da aprendizagem e também na própria qualidade da aula.
- Reusabilidade: enfatiza a capacidade de podermos utilizar diversas vezes o mesmo objeto de aprendizagem e em diferentes situações do ensino. Assim, os custos são otimizados e as interações proporcionadas com o objeto em questão

são favorecidas, uma vez que o aluno estará cada vez mais íntimo com a tecnologia utilizada.

- Portabilidade: Mazzola (2000), conforme cita Fonseca e Barrère (2013), diz que “*A portabilidade consiste na capacidade de um software em ser instalado para diversos ambientes de software e hardware*” (MAZZOLA, 2000 apud FONSECA e BARRÉRE, 2013, p. 7). Por exemplo, levando em consideração a plataforma e o sistema operacional de uso, os *softwares* podem ser utilizados em computadores, *tablets*, *notebooks* e até mesmo em *smartphones*.
- Interface: a aplicabilidade e a comunicabilidade são itens importantes a serem observados na avaliação da interface. Prates (apud FONSECA e BARRÉRE, 2013, p. 7), cita que “*interface é o nome dado a toda porção de um sistema com a qual um usuário mantém contato ao utilizá-lo, tanto ativa quanto passivamente*”. A habilidade e o conhecimento de um usuário ao lidar com as tecnologias é um exemplo de interface conhecida como Interface Homem – Máquina (IHM). Fonseca e Barrère (2013) ressaltam ainda que “*a navegabilidade, a usabilidade e a personalização devem fazer parte da cultura dos usuários. No caso de um software educacional é importante relacionar estes aspectos com os aspectos pedagógicos ligados à aprendizagem*” (FONSECA e BARRÉRE, 2013, p.7).
- Dependência de *Hardware*: o professor deve observar o objeto digital que for escolher, pois tal tecnologia pode requerer um sistema operacional, um processador, uma memória, entre outras características que necessitam ser compatíveis com o objeto escolhido. Os objetos digitais carecem de um sistema tecnológico para serem executados. As constantes atualizações sofridas por estes objetos também são fatores essenciais a serem observados, porque essas atualizações geram novas versões que influenciam diretamente na gestão da dependência do *hardware*.

Um problema relacionado a este princípio é que às vezes os programas são desenvolvidos explorando algumas particularidades das arquiteturas das máquinas para as quais eles estão sendo concebidos. Isto cria uma forte dependência do hardware, o que dificulta a futura migração para outras arquiteturas (MAZZOLA, 2000 apud FONSECA e BARRÈRE, 2013, p. 8).

- Dependência de Rede: A internet tem ganhado cada vez mais espaço, e sua demanda é cada vez mais crescente. Com isso, o gerenciamento de redes e a garantia da segurança dos dados nela expostos se tornam mais complexos e caros. Sendo assim, aspectos como a integração de computadores através da rede, a velocidade de acesso à internet e a disponibilidade de conexão são características a serem observadas e potencializadas na escolha dos objetos de aprendizagem.
- Dependência de *Softwares*: vários trabalhos de comunicação científica, pôsteres e relatos de experiências mostram a utilização de *softwares* como ferramenta auxiliadora em determinados assuntos da matemática, como função quadrática, números complexos e estudos sobre áreas de figuras planas. Os objetos de aprendizagem normalmente se apresentam como um *software*. A escolha por um *software* determina pré condições como o sistema operacional a ser executado, o *software* em questão ou mesmo a utilização de outros *softwares* específicos que permitam a execução do objeto de aprendizagem escolhido. Assim como a dependência de rede e a dependência de *hardware*, a dependência de *softwares* pode limitar a utilização das tecnologias digitais, mesmo conhecendo suas qualidades pedagógicas.

De posse destas observações aqui expostas, destaca-se que nem todos os *softwares* e tecnologias atendem as especificidades necessárias ao complexo e essencial contexto educacional. Por isso, a importância de critérios como estes na implementação dos objetos de aprendizagem. Além disso, é imprescindível que o professor se organize e planeje sua aula no intuito de utilizar da melhor maneira possível o objeto de aprendizagem escolhido por ele.

### 2.3 NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS: ESCOLA, ALUNO E PROFESSOR

Várias pesquisas vêm sendo realizadas a respeito das tecnologias na educação matemática, mostrando-se bastante variada e extensa sua produção. O estudo sobre elas não é recente, uma vez que estão presentes na vida dos seres humanos desde a sua existência. É claro que, com o passar do tempo, as tecnologias foram se aprimorando e ficando ainda mais eficazes e inerentes à vida das pessoas. Frente ao seu avanço e a sua marcante presença no cotidiano da sociedade, é latente a necessidade de repensar as relações de ensino-aprendizagem e se distanciar dos processos tradicionais propostos nas muitas aulas de matemática. A Instituição Escolar, por sua vez, vê todo esse processo de mudança incessantemente em sua própria concepção estrutural. A escola passou pela transformação das máquinas datilográficas aos computadores, *tablets*, *notebooks*, *ultrabooks*, celulares e *smartphones*; das transparências utilizadas pelos retroprojetores aos *softwares* de apresentações dinâmicas e data shows; das aulas presenciais às videoconferências; dos mimeógrafos às impressoras e multifuncionais digitais. Moysés (2010) traz essa importância das tecnologias não só na sala de aula, mas em todo o contexto escolar. Faz, inclusive, uma crítica ao isolamento que, por vezes, a escola vive com relação ao mundo que a rodeia. Daí a importância de se fomentar políticas públicas voltadas para a inclusão digital nas escolas públicas, pois, na maior parte das vezes, os tais espaços são carentes de materiais, laboratórios e até mesmo de professores.

Valente (2008) é um dos autores que enfatiza a necessidade das tecnologias digitais na Instituição Escolar. Ao incorporá-las em suas cotidianas tarefas, segundo Valente, os alunos terão a oportunidade, por meio das novas tecnologias digitais, de aprender a se expressar, a ler e a escrever. Oportuniza, com isso, a inserção dos alunos neste novo contexto social dentro da própria Instituição Escolar.

Em resumo, em algumas dezenas de anos, o ciberespaço, suas comunidades virtuais, suas reservas de imagens, suas simulações interativas, sua irresistível proliferação de textos e de signo será o mediador essencial da inteligência coletiva da humanidade. Com esse novo suporte de informação e de comunicação emergem gêneros de conhecimento inusitados, critérios de avaliação inéditos para orientar o saber, novos atores na produção e tratamento dos conhecimentos. Qualquer política de educação terá que levar isso em conta. (LÉVY, 1999, p. 152).

Além da escola, vista como uma Instituição, as tecnologias invadiram também e principalmente as salas de aula. No final da década de 1970, ao se discutir sobre o uso da

tecnologia informática voltada para a educação, os professores viram seus empregos ameaçados. Eles temiam que fossem substituídos pelas máquinas. Esse medo era real pelo alto índice de desemprego em outros setores da sociedade devido à utilização das tecnologias. Ainda hoje acontecem fenômenos como este, pois as indústrias e as empresas perceberam que a tecnologia pode substituir diversos trabalhadores por meio de uma única máquina, o que otimizaria o tempo e o custo para determinada produção. Sem contar que à máquina não deve ser assegurado décimo terceiro, férias, entre outros direitos aos quais um trabalhador faz jus. Porém, no decorrer do tempo, esse medo foi sendo minimizado pelos estudos a respeito das tecnologias no contexto escolar. Nestes, os docentes assumem papel de destaque e importância no processo de inserção das tecnologias nas salas de aula.

Essa teoria, expressa no parágrafo acima, de que as tecnologias, mais especificamente o computador, substituiria o homem é tida como limitada por Borba (1999), apud Allevato (2005, p. 74 – 75), uma vez que ignora a complexidade do pensamento humano envolvido na Resolução de Problemas e nas condições de escolha. Os processos realizados pelo ser humano são fundamentalmente distintos dos processos desenvolvidos pelo computador.

Esse medo de ser substituído pelas tecnologias foi cedendo lugar ao receio de se adaptar ao novo. A mudança normalmente gera desconforto. Não foi diferente com a possível inserção das tecnologias em sala de aula. O professor não mais executaria sua prática como tradicionalmente estava acostumado. Borba e Penteado (2007, p.56) reconhecem a complexidade da profissão docência e ainda citam questões que envolvem o fazer prático de sua profissão, como: propostas pedagógicas, recursos técnicos, as leis que estruturam o funcionamento da escola, as peculiaridades da disciplina que se ensina, os alunos, os pais dos alunos, os pesquisadores da área, entre outras características; e ainda incorporariam as tecnologias nesse processo. A prática docente vai depender, e muito, de como o professor irá se relacionar com todos esses elementos. As escolhas feitas por ele é que vão direcionar a qualidade do ambiente educacional e sua organização.

Levando em consideração que, segundo Almeida (2007), o professor se encontra distante culturalmente dessa geração atual que está enraizada em recursos tecnológicos, então quanto mais o professor se predispõe a vivenciar o mundo tecnológico, mais próximo da realidade dos alunos da era digital ele estará. É, de fato, um desafio para o professor. Além disso, não é só questão de se predispor a viver as tecnologias, mas é

também aproveitar a oportunidade de ter contato com elas desde a sua formação inicial a fim de superar os obstáculos e dificuldades que elas próprias podem vir a oferecer. É interessante o distanciamento de uma visão meramente tradicional e uma aproximação do papel de mediador e organizador das relações de ensino e aprendizagem ofertadas pela matemática para que o professor perceba, em sua própria prática, que as afinidades dos alunos com relação à matemática poderão ficar mais estreitas e aprimoradas, o que melhora significativamente sua própria condição de trabalho e, como consequência, sua relação com a tecnologia.

O planejamento é de suma importância para que o professor se valha das novas tecnologias da melhor maneira possível. Assim, as tecnologias serão ofertadas em momento oportuno, fazendo com que o aluno seja crítico e ativo na construção de uma linha de raciocínio que o permita passear entre o concreto e o abstrato propostos por assuntos da matemática. O professor, ao levar em consideração o planejar e o se planejar para a aula, afasta, como cita Valente (1995), a possibilidade de o aluno ser apenas “*um mero virador de páginas eletrônicas*” (VALENTE, 1995, p.48).

A transformação da escola é cada vez mais necessária e a nova realidade está exigindo que isso aconteça. Ela parece bastante difícil de ser feita, mas se contar com o uso adequado da tecnologia da informática, essa transformação não só acontecerá como tornará o papel do professor muito mais efetivo (VALENTE, 1995, p.48)

Em consonância, é interessante que o professor tenha contato com as tecnologias desde a sua formação. Ponte, Oliveira e Varanda (2003) destacam a importância do desenvolvimento de competências na utilização das tecnologias de informação e comunicação na formação inicial do professor. Muitas estratégias e recursos estão disponíveis para que o professor prove delas e sinta a transformação que uma mudança de postura pode gerar na sua própria prática pedagógica. Conforme cita Kensky (2008), “*para que as TICs possam trazer alterações no processo educativo, no entanto, elas precisam ser compreendidas e incorporadas pedagogicamente*” (KENSKY, 2008, p. 46). A conscientização dos objetivos propostos pelo uso das novas tecnologias em sala de aula e a leitura dos muitos artigos e relatos de experiências disponíveis pelos congressos de matemática sobre esse assunto é essencial para impulsionar essa mudança.

Os professores precisam saber como usar os novos equipamentos e softwares e também qual é seu potencial, quais são seus pontos fortes e seus pontos fracos. Essas tecnologias, mudando o ambiente em que os

professores trabalham e o modo como se relacionam com outros professores, têm um impacto importante na natureza do trabalho do professor e, desse modo, na sua identidade profissional. (PONTE, OLIVEIRA E VARANDAS, 2003, p. 163)

Os PCN também defendem a utilização das tecnologias no contexto escolar. Seus escritos citam as novas tecnologias para o ensino da matemática como um dos caminhos para se fazer matemática na sala de aula e preconizam que:

- as tecnologias da informação devem ser tidas como um caminho para se fazer matemática em sala de aula;
- a escola, apoiada na oralidade e na escrita, deve incorporar as tecnologias ao seu trabalho;
- as calculadoras, quando utilizadas como um instrumento motivador na realização de tarefas de investigação e exploratórias, são saudáveis na relação de ensino e aprendizagem da matemática;
- os computadores, utilizáveis como elemento de apoio para o ensino ou mesmo como fonte de aprendizagem ou ferramenta para o desenvolvimento de habilidades matemáticas, são aliados do desenvolvimento cognitivo dos alunos. (BRASIL, 1997, p. 30-31)

No capítulo sobre Resolução de Problemas, apresentamos os olhares atribuídos às RPMs pelos autores Schroeder e Lester (1989), citados por Allevato (2005). Pensamos aqui ser interessante tentarmos demarcar analogias com relação às novas tecnologias digitais. Sendo assim, teremos os seguintes olhares: ensinar sobre novas tecnologias, ensinar utilizando as novas tecnologias para resolver problemas de matemática e ensinar através das novas tecnologias digitais.

Ensinar sobre novas tecnologias seria considerá-las como uma disciplina. Sua exposição se daria como uma nova teoria. É um olhar interessante para familiarizar os futuros professores de matemática com o ambiente das novas tecnologias digitais. E, assim, permitir que sua formação esteja mais próxima da realidade dos seus futuros alunos. Isso pode proporcionar maior propriedade para o professor utilizar as novas

tecnologias nas salas de aula do ensino da matemática, vide que já citamos a necessidade e importância da formação inicial do professor nesse processo.

Ensinar utilizando as novas tecnologias para resolver problemas de matemática vem como uma tentativa de transformar as novas tecnologias em interessantes ferramentas auxiliares para a Resolução de Problemas. O professor utiliza as novas tecnologias para estimular a investigação de um determinado problema, possibilitar um olhar mais abrangente de determinado processo resolutório, propiciar a inferência de possíveis generalizações, bem como permitir que o aluno experimente erros e acertos. Aqui o problema faz uso das tecnologias para a sua solução.

Ensinar por meio das novas tecnologias digitais é considerá-las parte integrante das aulas de matemática, vendo-as como uma metodologia de ensino. Não é um novo conceito a se ensinar, mas é um essencial meio de se fazer matemática. As tecnologias não antecedem o conteúdo, mas estão constantemente integradas ao mesmo. Uma preocupação que todos os que trabalham com as novas tecnologias no ensino da matemática devem ter, mas que neste olhar pode ser ainda mais latente, é a confusão que, por vezes, é feita entre informação e conhecimento. Ao utilizarmos o computador (internet), por exemplo, somos bombardeados de informações que não alteram muito a aprendizagem dos alunos. Todavia, por meio da mediação do professor, estas informações podem ser transformadas em conhecimentos, o que modifica o comportamento e a aprendizagem do aluno.

Assumimos a importância de todos os olhares aqui propostos, considerando, é claro, o objetivo que se quer atribuir às novas tecnologias. Entretanto, o viés que queremos proporcionar às tecnologias no trabalho com a Resolução de Problemas está exposto no segundo olhar que retratamos de forma análoga aos olhares que Schroeder e Lester (1989) expuseram para as Resoluções de Problemas e que denominamos por: ensinar utilizando as novas tecnologias para resolver problemas de matemática. Como estamos nos apoiando numa metodologia de ensino através da Resolução de Problemas, acreditamos que as novas tecnologias podem se tornar essenciais ferramentas auxiliares a serem utilizadas na resolução de determinados problemas de matemática. É claro que, no processo de resolução de muitos problemas, as novas tecnologias podem ser desnecessárias, cabendo apenas o lápis e o papel mesmo. No entanto, em muitos outros processos, tais tecnologias podem exercer um importante papel investigatório que a própria metodologia da Resolução de Problemas propõe.

A maioria das tecnologias é utilizada como auxiliar no processo educativo. Não são nem o objeto, nem a sua substância, nem a sua finalidade. Elas estão presentes em todos os momentos do processo pedagógico, desde o planejamento das disciplinas, a elaboração da proposta curricular até a certificação dos alunos que concluíram um curso. A presença de uma determinada tecnologia pode induzir profundas mudanças na maneira de organizar o ensino. Um pequeno exemplo disso é o ensino de um idioma baseado exclusivamente nos livros didáticos e na pronúncia da professora, em aulas expositivas. Ele será bem diferente do mesmo ensino realizado com apoio docente, mas com a possibilidade de diálogos, conversas e trocas comunicativas entre os alunos, o uso de vídeos, fitas cassete e laboratórios interativos, por exemplo. (KENSKY, 2008, p.44)

Muitos dos estudos no campo da matemática giram em torno de tornarmos esta ciência mais agradável e minimizarmos, com isso, a aversão que muitos alunos apresentam com relação ao seu estudo. A utilização das novas tecnologias no ensino da matemática não difere disso. Ao nos aproximarmos de alguém, possibilitamos maiores trocas que geram confiança e entusiasmos em conhecer ainda mais aquela pessoa. Ao nos aproximarmos dos alunos, traçamos laços afetivos e incorporamos confiança na relação professor-aluno, que poderá culminar em melhores compartilhamentos de conteúdos e possíveis avanços na aprendizagem do aluno. Nada mais interessante para se aproximar de alguém do que mostrar interesse pelas mesmas situações da pessoa em questão. E é esse um dos objetivos das novas tecnologias: estreitar laços entre alunos e entre aluno e professor; que possibilite um despertar no aluno de sentimentos que favoreçam positivamente não só sua relação com a matemática, mas, principalmente, com toda a sua aprendizagem.

Diversos relatos de experiências, comunicações científicas, trabalhos realizados por programas como o PIBID, autores como Kensky e minha própria experiência em sala de aula mostram que, ao levarmos em consideração que os alunos são seres sociais que participam de forma ativa no processo de aprendizagem, a autonomia do aluno é favorecida na cooperação proporcionada pelo trabalho com as novas tecnologias digitais. Nessa aprendizagem colaborativa, as relações de ensino estarão centradas no aluno, enquanto o professor será um orientador das ações pedagógicas envolvidas no trabalho com as ferramentas digitais. Com a real presença das tecnologias no cotidiano dos discentes, os professores exercem papel proativo, investigativo e favorável ao trabalho em grupo neste ambiente de aprendizagem. Aguça-se, com isso, o interesse e a atração pela educação matemática.

Ainda sobre a aprendizagem colaborativa ofertada pela inclusão das tecnologias em sala de aula, observações feitas por pesquisadores evidenciam que, em geral, os alunos preferem trabalhar em grupo e que tendem a se mostrar mais motivados e interessados pela atividade matemática. Essa tendência por ambientes de aprendizagem colaborativa tem ganhado destaque e se desenvolvido desde que os computadores começaram a ser introduzidos no ensino, por volta de 1980.

Esse ambiente colaborativo ofertado pelas tecnologias em sala de aula favorecem a aprendizagem dos alunos, uma vez que eles se sentem muito mais a vontade para trocar ideias com os colegas, compartilhar compreensões e caminhos que os permitam realizar novas conjecturas, reformular conceitos, sugerir possíveis generalizações e criar hipóteses. Com isso, favorece também o trabalho do professor, que pode se valer destas enriquecedoras trocas para identificar no aluno suas dificuldades e potencialidades. Borba (1999) e Benedetti (2003) respaldaram seus trabalhos em Lévy (1993), conforme cita Allevato (2005, p. 108), e constataram que as relações entre aluno e tecnologia ou entre alunos ou entre professor e tecnologia ou mesmo entre professor e aluno realizadas através das mídias digitais potencializaram as dinâmicas dos coletivos pensantes nas relações de estudo em questão.

## 2.4 DESAFIOS

A resistência que muitos professores apresentam é um dos desafios na tentativa de implementar as novas tecnologias digitais como metodologia ou mesmo como ferramenta auxiliadora nas relações de ensino e aprendizagem na escola. A conscientização de que este é um trabalho que não é possível ser realizado por agentes isolados é importante para ganhar a participação de todos. Não só a classe docente é envolvida por esse “todos”, mas também alunos, coordenadores, diretores, funcionários da escola, pais dos alunos e governantes. É bastante apropriado que o professor iniciante no trabalho docente com as tecnologias seja apoiado por professores mais experientes a fim de orientá-lo na preparação da aula, bem como viabilizar a ele experiências, reflexões e dificuldades encontradas neste contexto. A leitura de trabalhos e relatos de experiências a respeito das tecnologias no ensino da matemática é também interessante para ambientar e familiarizar o professor a subsidiar suas aulas com as novas tecnologias digitais.

Talvez o que justifique essa resistência expressa no parágrafo anterior seja o fato de muitos professores ainda enxergarem a tecnologia como uma ameaça ao seu trabalho. Uma outra possível justificativa é o distanciamento das novas tecnologias vinculadas à educação matemática na formação inicial do professor. Para que se consiga desenvolver no aluno uma crítica e participativa cidadania para lidar com o crescente avanço tecnológico, é imprescindível que antes o professor seja submetido a isso, o que o fará repensar sua futura prática pedagógica.

[...] Mudanças estruturais e pedagógicas só poderão vir a acontecer se a comunidade escolar estiver coesa e receptiva para compreender suas implicações. Direção e corpo docente constituem peças fundamentais de uma mesma engrenagem. Quando uma aára, a outra sofre e vice-versa. Esse funcionamento sincronizado, no entanto, garante que o trabalho possa ser da escola e ao mesmo tempo, de cada professor. Não se trata de um projeto unilateral. (Freire,1998, p. 59).

Outro aspecto desafiador das tecnologias são os diferentes caminhos e dúvidas que podem surgir ao decorrer da aula com relação ao manuseio da tecnologia utilizada. Por mais conhecedores que sejamos de determinada tecnologia, ainda assim podemos ser surpreendidos na sua operação. Ao trabalhar com a utilização do computador em sala de aula, Borba e Penteado (2007) cita que *“por mais que o professor seja experiente, é sempre possível que uma nova combinação de teclas e comando leve a uma situação nova que, por vezes, requer um tempo mais longo para análise e compreensão”* (BORBA e

PENTEADO, 2007, p. 57). Faz-se importante, portanto, estarmos cientes quanto a essa imprevisibilidade inerente ao uso das novas tecnologias.

A parte estrutural das escolas, principalmente da rede pública de ensino, é outro entrave com o qual podemos nos deparar na implementação das novas tecnologias no contexto escolar. Normalmente, tais espaços não contam com laboratórios e, quando os têm, não são tão bem estruturados; pouca ventilação e iluminação, precário acesso à rede de internet ou mesmo falta de acesso. A indisponibilidade de recurso é outro fator de problematização. Nem sempre a instituição escolar possui máquinas e equipamentos que favoreçam o trabalho com as tecnologias; quando possui, nem sempre estão disponíveis ou em boas condições de uso para que os alunos e professores possam deles usufruir. Isso pode se dar devido a processos burocráticos que não permitem a utilização dos recursos disponíveis por falta de um responsável técnico.

Além disso, muitas vezes a parte elétrica das escolas já são muito antigas e pouco preparadas para o recebimento de máquinas e aparelhos para compor um laboratório. Assim, não suportam a carga necessária e tendem a sofrer picos de energia que acabam por atrapalhar o trabalho que estará sendo realizado com a utilização de computadores, quadros interativos, entre outros aparelhos que dependem diretamente da rede elétrica da escola.

Problemas técnicos com os equipamentos também podem configurar-se como complicadores no uso das tecnologias. E, às vezes, esses problemas carecem de uma solução rápida para que a aula possa continuar a ser desenvolvida. No mais, nem sempre isso é possível, por falta de um técnico de informática. Profissional este que não compõe o quadro de funcionários de muitas escolas.

Apesar das políticas públicas serem favoráveis à implementação do laboratório de informática na rede pública de ensino, muitas Instituições ainda não contam com esse espaço; quando o apresenta, está submetido a condições ruins de utilização e acesso como as citadas nos parágrafos anteriores. Sem contar a precariedade na manutenção exigida por ambientes como este. O Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo - política pública que leva às escolas computadores, conteúdos educacionais e recursos digitais), por exemplo, garante a manutenção dos laboratórios somente por um tempo limitado, ficando sobre a responsabilidade da própria escola a conservação e posterior manutenção.

Os desafios e dificuldades anteriormente citados são frutos das leituras de livros e artigos para construção deste trabalho e também das minhas experiências como professor. Cabe ressaltar que os desafios não se limitam a estes expressos aqui, mas diversos outros obstáculos – pontuais ou não – poderão ser encontrados no trabalho com as tecnologias. Além disso, as dificuldades elencadas aqui poderão não fazer parte da realidade das escolas públicas de outros países.

### **CAPÍTULO 3: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E AS NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA**

Nos capítulos anteriores realizamos um levantamento bibliográfico dos principais autores que tratam das Resoluções de Problemas e das novas tecnologias digitais de maneira isolada. A proposta desse capítulo consiste em associarmos ambas as abordagens por acreditarmos que podem se complementar e gerar bons resultados na Educação Matemática. Trabalhar com a metodologia das Resoluções de Problemas ou mesmo fazer uso das tecnologias digitais em sala de aula não é algo novo e muito menos recente. Prova disso é a vasta literatura encontrada para construção dos capítulos anteriores, que retratam os assuntos isoladamente. Cabe somar a isso muitos encontros, congressos e simpósios de matemática que, normalmente, apresentam minicursos, palestras, artigos e comunicações a respeito de experiências que mostram o uso das novas tecnologias no contexto escolar ou retratam o trabalho realizado com alunos de escolas públicas ou privadas respaldado nas Resoluções de Problemas.

Ao mesmo tempo que há muitos trabalhos sobre os assuntos de forma isolada, em alguns deles ainda nos deparamos com uma visão para a Resolução de Problemas baseada em repetitivos e mecânicos exercícios que valorizam a memorização de fórmulas e métodos para se resolver determinada atividade. Deparamo-nos também com um olhar pouco atento à inserção das novas tecnologias digitais em sala de aula como maneira de desenvolver no aluno uma visão crítica. Assim, queremos aqui defender a Resolução de Problemas que, com o auxílio das novas tecnologias digitais, possibilite que os alunos saiam de uma posição meramente receptiva e se coloquem como pesquisadores e investigadores nos seus próprios processos de aprendizagem.

Reservamos esta escrita, portanto, para tratarmos da proposta de integração das Novas Tecnologias à Resolução de Problemas. Para isso, o capítulo está dividido em duas seções. São elas: “Levantamento de Trabalhos” e “Associações das Novas Tecnologias Digitais à Resolução de Problemas”. Na primeira, realizamos uma pesquisa em busca de trabalhos acadêmicos que tratam das tecnologias vinculadas à metodologia proposta pela Resolução de Problemas. Já na segunda seção, apresentamos proximidades nas propostas de trabalho com as tecnologias digitais e também nas propostas da Resolução de Problemas que identificamos a partir das leituras dos capítulos anteriores deste trabalho. São essas associações que também justificam a escolha pelas tecnologias e pela Resolução de Problemas.

### 3.1 LEVANTAMENTO DE TRABALHOS

Durante a construção deste trabalho, percebemos que muitos pesquisadores, professores e licenciandos estão interessados no estudo das Resoluções de Problemas e também no estudo das Novas Tecnologias Digitais. Prova disso é a vasta bibliografia, composta por artigos, livros e comunicações científicas a respeito desses assuntos de forma isolada. Um recente e importante evento da área da matemática, a Bienal da Matemática – 2017, realizada pela SBM, IMPA e UFRJ, cujos parceiros estratégicos são CAPES, CNPq, FAPERJ e Escola SESC do Ensino Médio, mostrou-nos a relevância de tais assuntos para a Educação Matemática pois, dos nove eixos temáticos propostos que norteiam as conferências, os minicursos, as oficinas, as mesas redondas, a exibição de filmes, as exposições de pôsteres e de laboratórios de ensino de Matemática, dois deles são voltados para o tema dessa escrita. São eles:

**Belos Problemas e Belas Soluções** – Sessão voltada a problemas que, tanto pelo enunciado como pela solução, sejam capazes de destacar a beleza da Matemática.

**Tecnologia na Matemática** – Sessão que enfoca o uso da tecnologia no ensino e na pesquisa em Matemática, ressaltando o conteúdo matemático. Pode prever aulas práticas em laboratório de informática.

Percebe-se que ambas as abordagens se apresentam como diferentes temáticas. Todavia, isso não impede que os assuntos se entrelacem na construção dos trabalhos a serem apresentados. Entretanto, o que normalmente se vê nos congressos e encontros de matemática é um olhar e uma ênfase isolada para as devidas pautas que poderiam se complementar no trabalho com o ensino da matemática.

O Festival da Matemática que compõe o Biênio da Matemática Brasil 2017 – 2018 denota também a relevância dos dois temas trabalhados nesta escrita. Tal festival ocorreu em abril de 2017 na Escola Eleva, Escola SESC e também na Nave do Conhecimento Cidade Olímpica, todas localizadas na cidade do Rio de Janeiro. Muitas exposições e oficinas faziam uso das novas tecnologias digitais como ferramentas auxiliares no ensino da matemática, bem como das Resoluções de Problemas envolvendo desafios e jogos digitais. As palestras “A Matemática em Jogos e Aplicações Digitais” e “Aprendizado de Máquina” são exemplos da utilização das novas tecnologias no contexto do ensino da matemática.

Percebe-se, com a leitura proposta até aqui, a importância de tratarmos sobre essa temática. Todavia, ainda assim é difícil encontrarmos dissertações, artigos, livros e trabalhos de uma maneira geral que apresentem não só as novas tecnologias digitais e a Resolução de Problemas para o ensino da matemática, mas que ofereçam um processo composto e homogêneo, onde ambas as temáticas são apresentadas de forma concatenada e complementares. Então, como maneira de nortear o leitor deste trabalho em como podemos realizar essa aglutinação das temáticas, apresentaremos alguns autores, bem como suas respectivas visões com relação ao tema. Vale ressaltar que tal levantamento bibliográfico foi realizado em bibliotecas e sites acadêmicos, como o banco de dissertações do PROFMAT, banco de teses e dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital da UNICAMP e da USP, cujos trabalhos estão devidamente registrados ou fazem menção a outros trabalhos acadêmicos. Para a identificação da relação dos trabalhos encontrados com a proposta desta escrita, realizamos a leitura dos resumos e, tendo aproximação com o nosso tema, fizemos a leitura completa dos trabalhos. Para cada trabalho encontrado apresentaremos aqui o tema, os autores e sua respectiva titulação, o tipo de trabalho, o ano de publicação, o local de submissão da escrita, um breve resumo elaborado a partir da nossa leitura do trabalho, bem como o *link* de acesso de cada trabalho. Os trabalhos serão apresentados por ordem cronológica de sua divulgação.

**Tema:** Aprendizagem de Algoritmos: uso da estratégia ascendente de Resolução de Problemas

**Autores:** Gilse Antoninha Morgental Falkembach (Doutora em Informática na Educação pela UFRGS), Liane Rockenbach Tarouco (Doutora em Engenharia Elétrica pela USP), Maria Suzana Marc Amoretti (Doutora em Linguística, Semiótica e Ciências Cognitivas pela *Université de Limoges, Faculté des Lettres et Sciences Humaines*) e o Bolsista de CNPQ Fabrício Viero.

**Tipo de Trabalho:** Artigo

**Ano / Local:** 2003 / 8º Taller Internacional de Softwares Educativo – Santiago / Chile

**Resumo:** O trabalho faz uso da estratégia ascendente da Resolução de Problemas em um ambiente de aprendizagem criado com recursos da multimídia interativa na

disciplina de Algoritmos. No desenvolvimento teórico do trabalho, os autores ressaltam que “*A resolução de problemas sem o auxílio dos recursos tecnológicos leva o aluno a trabalhar de forma tradicional, resolvendo especificamente o problema proposto*” (2003, p.4). Destacam ainda que a Resolução de Problema através dos recursos tecnológicos é abrangente e possibilita a obtenção da solução não só de um problema, mas de qualquer problema que seja do mesmo tipo. Constatou-se que os alunos gostaram da disciplina sendo trabalhada nesses parâmetros, bem como julgaram interessantes as atividades propostas. Os autores se certificaram de que este trabalho da Resolução de Problemas com a tecnologia potencializou a aprendizagem dos alunos de Algoritmos.

Disponível em:

<[http://www.tise.cl/2010/archivos/tise2003/papers/aprendizagem\\_de\\_algoritmos.pdf](http://www.tise.cl/2010/archivos/tise2003/papers/aprendizagem_de_algoritmos.pdf)>.

Acesso em 25 de abril de 2017.

**Tema:** Estudo do processo de Resolução de Problemas mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental

**Autora:** Fabiana Fiorezi de Marco

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de mestrado

**Ano / Local:** 2004 / UNICAMP

**Resumo:** A pesquisa foi realizada com alunos do sétimo ano do ensino básico e tem por objetivo investigar como se dá o comportamento dos processos do pensamento matemático proporcionado pela Resolução de Problemas nas relações inerentes aos jogos computacionais ou mesmo na criação deles. Para isso, foram interpretadas e analisadas as manifestações dos alunos durante o ato de jogar e de criar um jogo. Dúvidas dos alunos, bem como a motivação e hesitação perante as atividades são pontos citados neste trabalho a partir das observações. Por intermédio da pesquisa em questão, também foi possível repensar a concepção da Resolução de Problemas no contexto educacional, bem como o processo de interação entre tecnologia e sala de aula.

Disponível em:

<<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/253205/1/Marco%20Fabiana%20Fiorezi%20de.pdf>>.

Acesso em 18 de abril de 2017.

**Tema:** A Influência da Calculadora na Resolução de Problemas Matemáticos

Abertos

**Autora:** Kátia Maria de Medeiros (Mestre em Educação pela UFPE)

**Tipo de Trabalho:** Artigo

**Ano / Local:** 2004 / VII Encontro Nacional de Educação Matemática - UFPE

**Resumo:** O trabalho tem por objetivo observar as estratégias utilizadas pelos alunos na Resolução de Problemas abertos com o uso da calculadora e sem o uso da calculadora. A turma analisada foi do sétimo ano do ensino fundamental, composta por vinte e seis alunos. Constatou-se que o número de acertos dos problemas foi maior com a utilização da calculadora. Concluindo, assim, que a tecnologia foi eficaz nesse trabalho com a Resolução dos Problemas propostos.

Disponível em:

<<http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/06/CC77270991472.pdf>>.

Acesso em 03 de maio de 2017.

**Tema:** Associando o computador à Resolução de Problemas fechados

**Autora:** Norma Suely Gomes Allevato

**Tipo de Trabalho:** Tese de doutorado

**Ano / Local:** 2005 / UNESP

**Resumo:** A tese objetiva analisar como os alunos relacionam o que fazem na sala de aula com uso de lápis e papel com o que fazem no laboratório de informática, com o uso do computador na Resolução de Problemas sobre funções. A tecnologia na escrita se apresenta, dentre outras características, como uma possibilidade de ampliação da gama de problemas que os alunos podem resolver; e como uma ferramenta que favorece a exploração de problemas. Autores como Borrões (1998), Onuchic (2003) e Pierce e

Stacey (2001) foram utilizados como referência bibliográfica para tratar das Resoluções de Problemas e computadores.

Disponível em:

<[http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/teses/allevato\\_nsg\\_dr\\_rcla.pdf](http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/teses/allevato_nsg_dr_rcla.pdf)>.

Acesso em 04 de maio de 2017.

**Tema:** A opção dos alunos pelas tecnologias: um olhar sobre a utilização do *Sketchpad* na Resolução de Problemas

**Autora:** Palmira da Luz André Valente Ferreira

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de Mestrado

**Ano / Local:** 2007 / Universidade do Algarve - Faro

**Resumo:** O trabalho objetiva investigar de que modo os alunos utilizam uma ferramenta tecnológica e reconhecem a sua utilidade na Resolução de Problemas de Matemática. Esse é um trabalho que traz não só as vantagens, mas também as possíveis desvantagens da utilização das tecnologias no processo da Resolução de Problemas. As tecnologias utilizadas no trabalho de campo em sala de aula foram: o computador, com a utilização do The Geometer's Sketchpad, e a calculadora gráfica. Constatou-se que os alunos encaram a tecnologia como uma aliada durante o processo de resolução. Há falas de alunos, inclusive, que veem a calculadora ou o computador como uma maneira de ajudar o professor a proporcionar diferentes visões aos alunos que não entenderam o conteúdo. Os alunos pesquisados tiveram a oportunidade de trabalhar com e sem a utilização do computador. Ao final da pesquisa, os alunos puderam escolher trabalhar com ou sem o computador, mas a maioria absoluta deles preferiu utilizar a tecnologia para subsidiar suas atividades.

Disponível em:

<<http://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/325/1/Tese%20Mestrado.pdf>>.

Acesso em 09 de maio de 2017.

**Tema:** Resolução de Problemas de Física mediada por Tecnologias

**Autores:** Carlos Alberto Souza (Doutor em Educação pela UFSC), Fábio da Purificação de Bastos (Pós-Doutor pela UFSC) e José André Peres Angotti (Doutor em Educação pela USP)

**Tipo de Trabalho:** Periódico

**Ano / Local:** 2008 / Caderno Brasileiro de Ensino de Física - UFSC

**Resumo:** O trabalho apresenta teoricamente as relações das tecnologias com a Resolução de Problemas. As ações foram investigadas por meio de ambientes multimídia de ensino – aprendizagem chamados AMEM – TEIA, que são *softwares* de fonte aberta que funcionam na internet. TEIA significa “Trabalho de Ensino-Investigação-Aprendizagem”, enquanto AMEM significa “Ambiente Multimídia para Educação Mediada na perspectiva da investigação-ação”. Constatou-se, dentre outras observações, que a prática da Resolução de Problemas mediada pelas tecnologias diferencia-se fundamentalmente na interação dialógico-problematizadora daquela em que o professor resolve o problema para o aluno.

Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1159>>.

Acesso em 10 de abril de 2017.

**Tema:** As Estratégias no Jogo Quarto e suas Relações com a Resolução de Problemas Matemáticos

**Autora:** Maria José de Castro Silva

**Tipo de Trabalho:** Tese de Doutorado

**Ano / Local:** 2008 / UNICAMP

**Resumo:** O principal objetivo do trabalho consisti em investigar se a promoção de intervenções fazendo uso do jogo de regras “Quarto” poderia ser favorável as atividades da Resolução de Problemas Matemáticos. Para isso, foi realizado um estudo de campo com vinte e um alunos do ensino médio. Cabe ressaltar que foram convidados mais de uma centena de alunos para participarem da pesquisa. Entretanto, só essa amostra se mostrou disponível e interessada em integrar as atividades. O trabalho em si não traz,

de forma teórica, uma proposta das tecnologias vinculadas às Resoluções de Problemas, mas na investigação prática a tecnologia foi utilizada como auxiliar da proposta de experimento, com o *software Zillions of Games*. Constatou-se que a promoção das sessões de intervenção com o jogo “Quarto” foi eficaz, uma vez que possibilitou aos participantes a utilização de uma mesma forma de raciocínio a diferentes conteúdos matemáticos, o que favoreceu a Resolução dos Problemas apresentados. Constatou-se também que houve um progresso na maneira como os alunos solucionaram os problemas. Esta constatação só foi possível ser aferida porque os problemas foram reaplicados.

Disponível em:

<<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/251814/1/Silva%2c%20Maria%20Jose%20de%20Castro.pdf>>.

Acesso em 18 de maio de 2017.

**Tema:** A Visualização na Resolução de Problemas de Cálculo Diferencial e Integral no Ambiente Computacional MPP

**Autora:** Rosa Maria Machado

**Tipo de Trabalho:** Tese de Doutorado

**Ano / Local:** 2008 / UNICAMP

**Resumo:** A tese em questão objetiva, dentre outros pontos, analisar a contribuição de um aplicativo educacional na Resolução de Problemas pertinentes ao conteúdo do cálculo diferencial e integral e enfatizar a importância e a necessidade da utilização da ferramenta tecnológica nesse contexto da Resolução de Problema. O público pesquisado compõe-se de nove alunos do curso de química da Unicamp. O texto mostra que a ferramenta tecnológica acrescenta ao ensino uma outra maneira de se buscar a solução dos problemas, além de tornar possível a realização de “experiências-matemáticas” que possibilitam conjecturas e que promovem a integração de aspectos analíticos e geométricos valorizando o pensamento matemático. Verificou-se também que tal proposta provoca mudanças nos papéis e nas interações de estudantes e professores. A alternativa apresentada se mostrou viável e eficaz para o ensino de cálculo nos cursos de graduação.

Disponível em:

<<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/251984/1/Machado%2c%20Rosa%20Maria.pdf>>.

Acesso em 15 de maio de 2017.

**Tema:** Matemática e Tecnologias – Ao encontro dos “nativos digitais” como “manipulativos virtuais”

**Autora:** Susana Carreira (Doutora em Educação pela Universidade de Lisboa)

**Tipo de Trabalho:** Artigo

**Ano / Local:** 2009 / UIDEF

**Resumo:** Neste artigo, a forma como as diversas ferramentas computacionais moldam os processos da Resolução de Problemas em matemática se apresenta como exemplo para evidenciar a profunda transformação proporcionada pela união entre as tecnologias e a atividade matemática. A pesquisa em questão mostra a utilização de computadores e internet desde famílias portuguesas até chegar aos alunos de hoje, denominados por “nativos digitais”. A autora traz as relações existentes entre o virtual e a matemática, apresentando situações problema e mostrando suas devidas representações no computador. Além disso, a escrita também evidencia comportamentos que são frutos dos nascidos na era digital.

Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/profile/Susana\\_Carreira/publication/270105778\\_Matematica\\_e\\_tecnologias\\_\\_Ao\\_encontro\\_dos\\_nativos\\_digitais\\_com\\_os\\_manipulativos\\_virtuais/links/54a09e440cf267bdb9016828.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Susana_Carreira/publication/270105778_Matematica_e_tecnologias__Ao_encontro_dos_nativos_digitais_com_os_manipulativos_virtuais/links/54a09e440cf267bdb9016828.pdf)>.

Acesso em 13 de abril de 2017.

**Tema:** Resolução de Problemas em ambientes virtuais de aprendizagem num curso de licenciatura em matemática na modalidade a distância

**Autora:** Débora Santos de Andrade Dutra

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de Mestrado

**Ano / Local:** 2011 / UFOP

**Resumo:** O trabalho tem por objetivo investigar as contribuições que a metodologia da Resolução de Problemas em ambientes virtuais de ensino pode trazer aos alunos de Educação a Distância em Licenciatura em Matemática. Neste trabalho a tecnologia se coloca como o real ambiente de aprendizagem, uma vez que o curso é ofertado na modalidade a distância. Como a disciplina – cenário da pesquisa (EAD 537: Seminário III-Resolução e formulação de problemas como abordagem metodológica para o ensino da Matemática) não indicava um conteúdo específico a ser trabalhado, foram propostos problemas de conhecimentos da matemática diversos, como trigonometria e cálculo algébrico. Foram utilizados fóruns de discussões e *chats* para a correspondência entre os alunos e entre o professor e os alunos. As trocas, o diálogo, a colaboração, o protagonismo por parte dos alunos, as interações e o despertar da curiosidade foram pontos constatados no trabalho com o ambiente virtual de aprendizagem e a metodologia da Resolução de Problemas. Além disso, destacam-se o contato e a experiência dos alunos, que são futuros professores, com essa metodologia, fazendo com que percebam sua importância e contribuições para a aprendizagem da matemática.

Disponível em:

<[http://200.239.128.16/bitstream/123456789/2643/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_Resolu%c3%a7%c3%a3oProblemasAmbientes.pdf](http://200.239.128.16/bitstream/123456789/2643/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Resolu%c3%a7%c3%a3oProblemasAmbientes.pdf)>.

Acesso em 19 de maio de 2017.

**Tema:** Resolução de situações-problema com o auxílio do *software* X-home 3D no ensino de geometria

**Autoras:** Luciele Martins Gonçalves Descovi (Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela PUC/RS), Renata Brito Pereira (Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela PUC/RS) e Vivian Regina Marmitt (Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela PUC/RS)

**Tipo de Trabalho:** Artigo

**Ano / Local:** 2011 / CIAEM

**Resumo:** O artigo apresenta um relato de experiência aplicado no sexto ano do ensino fundamental, onde os alunos trabalham a Resolução de Problemas de geometria

através do software X-home 3D. Os autores destacam que a metodologia da Resolução de Problemas se apresenta como uma boa alternativa às aulas de matemática pelo prazer proporcionado ao encontrar uma solução para determinado problema. Neste estudo, a tecnologia funciona como ferramenta auxiliar na aprendizagem da geometria. Destaca-se que tal experiência despertou no aluno a criatividade e a participação ativa. Com a utilização do *software* vinculado à Resolução de Problemas, pretende-se propiciar novas oportunidades em prol da melhoria da qualidade do ensino da matemática.

Disponível em:

<[http://ciaem-redumate.org/ocs/index.php/xiii\\_ciaem/xiii\\_ciaem/paper/viewFile/699/460](http://ciaem-redumate.org/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/699/460)>.

Acesso em 28 de maio de 2017.

**Tema:** Ensino e aprendizagem de conteúdos de geometria espacial em um ambiente dinâmico e interativo

**Autor:** Flávio de Paula Soares Carvalho

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de Mestrado

**Ano / Local:** 2011/ UFG

**Resumo:** A metodologia da Resolução de Problemas é aplicada à geometria espacial em um ambiente dinâmico e interativo, utilizando o *software* Cabri 3D e a lousa digital como ferramentas auxiliares a este processo. No primeiro momento há a apresentação das tecnologias no contexto educacional, mais especificamente no ensino e aprendizagem da geometria em ambientes dinâmicos e interativos. Posteriormente, trata-se da Resolução de Problemas amparada por Polya e traz a apresentação do estudo de campo. Um dos objetivos da dissertação é identificar como o professor organiza suas ações pedagógicas e técnicas de soluções de problemas da geometria espacial com a utilização do Cabri 3D. A atividade de campo se deu em um colégio estadual, e constatou-se que a simples utilização do *software* na Resolução de Problemas não garante êxito por parte dos alunos. Cabe ressaltar que há a carência da mobilização do saber docente mediando os processos cognitivos que ocorrem com os alunos. Observou-se também que, após a resolução de um problema, os alunos buscavam em outros problemas já resolvidos um modelo para resolver os novos problemas. A interação das diferentes mídias (lousa

digital e *software*) trouxe dificuldades em sua utilização e integração. Mesmo assim, o ambiente se apresentou como um rico campo de pesquisa.

Disponível em:

<[https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/Flavio\\_Disserta%C3%A7%C3%A3oDefinitiva.pdf?1332189043](https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/Flavio_Disserta%C3%A7%C3%A3oDefinitiva.pdf?1332189043)>.

Acesso em 05 de abril de 2017.

**Tema:** A tecnologia aliada ao ensino da matemática

**Autora:** Ana Amélia Butzen Perius

**Tipo de Trabalho:** TCC (Especialização)

**Ano / Local:** 2012 / UFRGS

**Resumo:** Este trabalho traz mais precisamente um estudo sobre as tecnologias como aliada na construção efetiva da aprendizagem no ensino da matemática; há relatos das tecnologias como auxiliares na Resolução de Problemas. A intervenção prática foi realizada com alunos do ensino fundamental da escola pública. Foram utilizados jogos computacionais, como o “enigma das frações” e o “*brain racer fractions*”. A leitura e a interpretação necessárias para a construção do conhecimento matemático no aluno são destacados pelo trabalho com as tecnologias.

Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/95906/000911644.pdf?sequence=1>>. Acesso em 29 de abril de 2017.

**Tema:** O ensino de funções em escola técnica de nível médio por meio da modelagem matemática e uso da calculadora gráfica

**Autor:** Luiz Alfredo Dealis Bilhéu

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de Mestrado

**Ano / Local:** 2012 / UFSCar

**Resumo:** A proposta do trabalho consiste em mostrar a importância do assunto de funções em duas turmas de 1º ano do curso técnico em meio ambiente. Para isso, a intervenção prática foi pautada na metodologia de modelagem matemática aplicada à Resolução de Problemas, utilizando como ferramenta auxiliar a calculadora gráfica para construção de tabelas, gráficos e expressões por método de regressão. Na fundamentação da pesquisa, há um espaço reservado para tratar da Resolução de Problemas vinculada ao uso das tecnologias. Todavia, a escrita é rasa e pouco fundamentada nessa proposta de integração. Inferiu-se que a metodologia de modelagem matemática aplicada à Resolução de Problemas e subsidiada pelo uso da tecnologia é uma boa alternativa para melhorar o fragilizado quadro apresentado pelo ensino da matemática.

Disponível em:

<<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4434/4860.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

Acesso em 30 de março de 2017.

**Tema:** O computador e a aprendizagem matemática: reflexões sob a perspectiva da Resolução de Problemas

**Autora:** Norma Suely Gomes Allevato (Doutora em Educação Matemática pela UNESP)

**Tipo de Trabalho:** Artigo

**Ano / Local:** 2012 / Universidade Cruzeiro do Sul - SP

**Resumo:** O texto cita que atualmente algumas reflexões estão se voltando para as possíveis associações para com a Resolução de Problemas; dentre elas a autora apresenta as tecnologias da informação e comunicação. O texto, por sua vez, propõe, uma reflexão a respeito do computador em favor da Resolução de Problemas. Para isso, a escrita foi dividida em dois momentos. No primeiro momento há uma apresentação teórica do uso do computador no ensino da matemática e das Resoluções de Problemas Matemáticos. A segunda seção contém descrições e análises de situações de Resolução de Problemas com a utilização do computador, destacando a formulação de problemas, a avaliação e a aprendizagem matemática.

Disponível em:

<[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica\\_artigos/artigo\\_alevato.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_alevato.pdf)>.

Acesso em 16 de maio de 2017.

**Tema:** O uso do computador como apoio na Resolução de Problemas Matemáticos

**Autora:** Cristiane Ferreira Rolim Masciano (Mestre em Educação pela UNB)

**Tipo de Trabalho:** Artigo

**Ano / Local:** 2014 / Congresso Ibero Americano de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação

**Resumo:** O artigo é uma revisão bibliográfica a fim de coletar informações a respeito do uso do computador como apoio na Resolução de Problemas Matemáticos. Autores como D'Ambrósio, Polya e Papert foram utilizados nesta revisão. O objetivo da escrita é defender o uso do computador como estratégia de ensino no processo da Resolução de Problemas de Matemática com alunos portadores de deficiência intelectual. O desenvolvimento do hábito da pesquisa e o estímulo à curiosidade são pontos ressaltados pelo uso do computador na Resolução de Problemas como estratégia metodológica para o processo de ensino e aprendizagem do aluno com deficiência intelectual.

Disponível em:

<[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1337\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1337(3).pdf)>.

Acesso em 13 de junho de 2017.

**Tema:** Os jogos online como ferramentas na Resolução de Problemas com o uso de tecnologias digitais

**Autora:** Neiva Althaus

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de mestrado

**Ano / Local:** 2015 / UNIVATES

**Resumo:** O trabalho de Althaus (2015) visa compreender como o uso de ferramentas tecnológicas pode potencializar a Resolução de Problemas Matemáticos. Para isso, foi realizada uma intervenção prática com alunos do sexto ano do ensino fundamental de três escolas Estaduais do Vale do Taquari / RS. Foram propostos aos alunos oito problemas. Cada um deles foi acompanhado de um jogo online e um questionamento. As tecnologias utilizadas foram a plataforma moodle, com a utilização de jogos computacionais. Assim como estamos propondo nesta escrita, Althaus traz as tecnologias como uma ferramenta que potencializa e efetiva a Resolução de Problemas. Uma das conclusões desta dissertação é a constatação da importância de se associar a Resolução de Problemas às tecnologias digitais para desenvolver nos alunos competências matemáticas.

Disponível em:

<<https://univates.br/bdu/bitstream/10737/1087/1/2015NeivaAlthaus.pdf>>.

Acesso em 07 de abril de 2017.

**Tema:** O uso do geogebra na Resolução de Problemas matemáticos a partir da teoria de Galperin

**Autor:** Angelo Augusto Coêlho Freire

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de Mestrado

**Ano / Local:** 2015 / UERR

**Resumo:** A dissertação tem como principal referencial teórico Galperin, com a proposta pedagógica fundamentada no princípio psicológico de transformação da atividade externa em atividade interna. O texto traz como embasamento teórico a Resolução de Problemas e, posteriormente, trata do ensino da matemática mediado pelas tecnologias, em especial, o computador e o *software* geogebra. As atividades de campo estão baseadas na perspectiva da Resolução de Problemas, proposta por Polya, trabalhadas na geometria plana. A pesquisa foi realizada em cinco turmas de 1º ano do ensino médio, e foi constatado que, devido a metodologia de trabalho, o uso do geogebra nas aulas de geometria possibilitou uma significativa melhora no desempenho dos alunos participantes da pesquisa.

Disponível em:

<[http://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2015/08/dissertacao\\_AngeloFreire.pdf](http://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2015/08/dissertacao_AngeloFreire.pdf)>.

Acesso em 26 de abril de 2017.

**Tema:** Um estudo sobre o uso de avaliações apoiadas pelas tecnologias

**Autor:** Leonardo Anselmo Perez

**Tipo de Trabalho:** Dissertação de Mestrado

**Ano / Local:** 2015 / USP

**Resumo:** O trabalho em si não tem como foco principal a análise das Resoluções de Problemas vinculadas às tecnologias digitais. Entretanto, a escrita traz apontamentos a respeito do papel do professor e do aluno sobre o uso de *softwares*, apoiando-se no desenvolvimento das habilidades e técnicas matemáticas por intermédio da Resolução de Problemas. A aplicação prática foi dividida em dois grupos. No primeiro grupo, a atividade foi aplicada de maneira tradicional, com aula expositiva e com foco no professor. Já no segundo grupo, a prática se deu com o uso de tecnologia digital, sem o tradicionalismo proposto no primeiro grupo. Constatou-se que, com os alunos que já apresentavam facilidades em matemática, a tecnologia não exerceu papel determinante no aprendizado. Por sua vez, entre os alunos que apresentavam maiores dificuldades, a metodologia utilizada fez a diferença para elevar as médias dos alunos.

Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55136/tde-06102016-105824/pt-br.php>>.

Acesso em 03 de maio de 2017.

**Tema:** Jogo computacional e Resolução de Problemas: três estudos de casos

**Autoras:** Neiva Althaus (Mestre em Ensino de Ciências pela UNIVATES), Maria Madalena Dullius (Doutora em Ensino de Ciências pela UBU) e Nélia Maria Pontes Amado (Doutora em Matemática pela Universidade do Algarve)

**Tipo de Trabalho:** Artigo da Revista PUC SP

**Ano / Local:** 2016 / PUC - SP

**Resumo:** Este trabalho é fruto de uma pesquisa de dissertação, já citada neste levantamento, cujo tema é “Os jogos online como ferramentas na Resolução de Problemas com o uso de tecnologias digitais”. O artigo objetiva unir a Resolução de Problemas nas aulas de matemática com a utilização pedagógica de recursos tecnológicos na aprendizagem. A pesquisa foi aplicada em turmas do sexto ano do ensino fundamental em três escolas do Vale do Taquari/RS. O problema que norteou essa pesquisa foi: “Como o uso de ferramentas tecnológicas pode potencializar a resolução de problemas matemáticos?”. Um dos resultados obtidos por esse estudo é que uma correta e adequada utilização dos jogos online disponíveis pode ajudar a integrar a Resolução de Problemas e, em simultâneo, as tecnologias na sala de aula. Motivação e encorajamento são características dos alunos observadas durante a execução da pesquisa.

Disponível em:

<<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/24405>>.

Acesso em 13 de maio de 2017.

### **3.2 ASSOCIAÇÕES DAS NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

De posse da leitura dos trabalhos descritos acima, bem como dos referenciais teóricos utilizados para a construção da escrita dos capítulos anteriores, verificamos algumas associações ao tratarmos de forma teórica a Resolução de Problemas e, em separado, as novas tecnologias no ensino da matemática. Tais associações são frutos do papel do professor e do aluno neste processo, bem como do olhar metodológico atribuído por autores e documentos oficiais. No mais, são essas proximidades que também corroboram com a vinculação de ambas as temáticas proposta neste trabalho e que justificam a escolha por esses temas.

Uma dessas associações pode ser encontrada nos PCN. Sabendo que não existe um único caminho para tornar melhor o ensino da matemática, os PCN apresentam alguns caminhos para fazer matemática em sala de aula. Dentre eles, tanto as novas tecnologias digitais como a Resolução de Problemas são vistas pelos PCN como possibilidades para que o professor construa sua prática pedagógica.

O entusiasmo, o cenário propício ao diálogo, as trocas, a interação, o ambiente colaborativo, o envolvimento com o processo investigatório, a postura de pesquisador, o protagonismo crítico e o despertar da curiosidade são características observadas nas leituras dos trabalhos sobre as temáticas isoladamente. Prova disso é a leitura dos capítulos anteriores desta escrita que apresentam esses olhares dos autores escolhidos como referencial teórico para embasamento de nosso trabalho com relação às temáticas de forma separada. Tais observações também são realizadas pelos autores expressos no “Levantamento de Trabalhos”, mostrando, assim, a complementação postural que a concatenação dos temas pode proporcionar à aprendizagem dos alunos.

O distanciamento de uma visão puramente tradicional também é um fundamental ponto ressaltado pelos autores no tratamento da metodologia da Resolução de Problemas e na utilização das novas tecnologias como ferramentas auxiliares no ensino da matemática. Em ambos os temas, a proposta é transformar a sala de aula em ambientes colaborativos, permitindo maior participação dos alunos e levando em consideração os conhecimentos prévios adquiridos por eles em seus cotidianos ou mesmo no decorrer da aprendizagem de outras áreas do conhecimento. Com essa associação posta, é possível inferir que a chance de haver uma subjugação ou mesmo um confronto na proposta de

complementação de ambas as temáticas é quase nula dentro das salas de aula de matemática.

A postura do professor é evidenciada pelos autores que tratam da metodologia da Resolução de Problemas como um mediador, organizador e facilitador da aprendizagem do aluno. Não lhe cabe ser o detentor do conhecimento, nem mesmo o protagonista da aprendizagem do aluno. Os autores que apresentam as novas tecnologias para o ensino da matemática também defendem aspectos como o dialógico e o colaborativo como sendo essenciais para pautar a conduta do docente. Seu papel é o de fazer com que o aluno desenvolva seu raciocínio e seu pensamento produtivo, tornando-o co-construtor do processo de ensino e aprendizagem – além de propiciar um ambiente investigativo ao aluno, desafiando-o, incentivando-o, fazendo-o refletir e pensar criticamente em suas próprias ações.

Como visto nos capítulos anteriores, a necessidade do contato com ambas as temáticas desde a formação inicial do professor também é destacado pelos autores, bem como a necessidade do planejamento para a implementação dos temas em questão em sua prática pedagógica. Ressalta-se ainda que ambos os assuntos são tidos com Tendências em Educação Matemática e são eixos temáticos de diversos congressos e encontros da área. Além disso, a busca por estes temas é também defendida em algumas escritas como uma abordagem que visa proporcionar melhorias no ensino da matemática, uma vez que tenta resgatar a vontade do aluno em aprender e estudar matemática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos que a matemática e a Resolução de Problemas estão há tempos vinculadas, uma vez que o início de seu conhecimento parte da necessidade do homem em resolver problemas. Concomitantemente, há a real e taxativa presença das novas tecnologias na vida dos alunos. Então, pensando em tentar propiciar melhorias na Educação Matemática, minimizando o medo e a aversão que muitos estudantes apresentam com relação à essa área de conhecimento, buscamos, neste trabalho, refletir sobre a metodologia da Resolução de Problemas amparada pelo auxílio das Novas Tecnologias. O que mais me apresenta de relevante neste estudo é o fato de tentar retratar de forma real a vivência da sala de aula de matemática ao apresentar os percalços e desafios na implementação do proposto na escrita, ao trazer, para isso, Tendências da Educação Matemática e apontamentos atuais a respeito de sua importância e utilização.

Em consonância, esta pesquisa permite que o professor repense sua prática pedagógica no momento em que ofertamos a ele subsídios que o permita identificar a presença das novas tecnologias no contexto escolar, mais precisamente na Resolução de Problemas. Não nos propomos, nesta pesquisa, ensinar como usar as novas tecnologias, nem mesmo apresentar a metodologia baseada na Resolução de Problemas como uma fórmula mágica para resolver os percalços presentes no ensino da matemática. Entretanto, pautamo-nos em verificar as produções acadêmicas que tratam da proposta apresentada por nós no decorrer desta leitura e, com isso, visamos ofertar uma alternativa de ferramenta didática, bem como relato de autores e experiências que possam subsidiar o trabalho de outros professores. Assim, cabe ao leitor verificar, por meio do levantamento de trabalho aqui expresso, os lados positivo e negativo da proposta e adaptá-la a sua realidade, levando em consideração características como a econômica, a regional, a cognitiva e a social dos seus alunos.

O objetivo desta dissertação foi atingido, uma vez que nos baseamos em uma pesquisa qualitativa e bibliográfica ao utilizar bibliotecas e sites acadêmicos, como o banco de dissertações do PROFMAT, banco de teses e dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital da UNICAMP e da USP para subsidiar nosso levantamento de trabalhos. De posse dos achados, foi possível obtermos uma resposta para o questionamento motivador desta escrita, a saber:

“Como estão se dando as produções bibliográficas a respeito dessa associação entre Resolução de Problemas e Novas Tecnologias?”

Concluímos, portanto, que:

- i) a maioria dos trabalhos analisados apresentam intervenções práticas como maneira de subsidiar a defesa da concatenação da Resolução de Problemas com as Novas Tecnologias, vindo ao encontro do que vários pesquisadores defendem, que é a maior consistência de trabalhos que articulem a prática com o conhecimento acadêmico;
- ii) os trabalhos, de uma maneira geral, apresentam as novas tecnologias como ferramentas auxiliares no Ensino da Matemática e, em particular, na Resolução de Problemas;
- iii) as escritas apontaram para uma postura participativa e co-construtiva do processo de aprendizagem do aluno;
- iv) com relação ao docente, há indicação para uma postura de mediador, organizador e facilitador da aprendizagem do aluno;
- v) há vários autores e pesquisadores interessados no estudo das Resoluções de Problemas;
- vi) há também diversos outros que canalizam seus estudos para as novas tecnologias no ensino da matemática;
- vii) há ainda escassez de pesquisas teóricas que vinculem a Resolução de Problemas às novas tecnologias;
- viii) nos trabalhos em que os alunos pesquisados foram submetidos a experiências com e sem a utilização de tecnologias, verificou-se que, dentre os alunos com maiores dificuldades, a tecnologia fez a diferença no aprendizado;
- ix) nos trabalhos em que os alunos pesquisados tiveram a oportunidade de escolher trabalhar com e sem a utilização de tecnologias, constatou-se que a maioria preferiu utilizar as novas tecnologias para amparar a Resolução dos Problemas propostos;
- x) em todos os trabalhos que apresentaram atividades práticas, o uso das tecnologias potencializou a utilização da Resolução de Problemas como metodologia de ensino;

- xi) a proposta de utilização das novas tecnologias como instrumento auxiliar à Resolução de Problemas é válida e defendida não só para o ensino básico, mas também para o superior e, em especial, na formação docente;
- xii) a calculadora e o computador com uso de *softwares* educacionais como o geogebra são os instrumentos tecnológicos mais utilizados nas atividades práticas apresentadas pelos trabalhos expostos no capítulo anterior.

Fica a cargo do leitor um olhar próprio para o que aqui foi apresentado. É claro que meu olhar está impregnado de concepções e ideias construídas a partir da leitura de vários autores para elaboração e formação desta dissertação e também está enraizado na minha ainda pouca vivência em sala de aula. Sendo assim, muitos outros horizontes podem ser apresentados pelo leitor a partir desta leitura. É válido destacar também que consideramos que este trabalho poderá apoiar a formação de novos professores. Esperamos, com afínco, que estes escritos sejam úteis para quem for os ler.

Finalizamos esta dissertação convidando os professores de matemática a experimentarem a abordagem destacada nesta leitura com aplicações práticas que possam subsidiar futuras pesquisas e fomentar o campo teórico a respeito da concatenação de ambas as temáticas tratadas aqui. Ressalto ainda que, como justificado neste trabalho, o interesse por estas temáticas nasceu nas Especializações cursadas por mim na UFF e na UFRJ e, de posse desta escrita, pretendo continuar debruçando-me neste assunto por acreditar que o mesmo pode trazer positivas consequências para o ensino da matemática em nosso país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEVATO, N. S. G. **Associando o computador à Resolução de Problemas Fechados: Análise de uma experiência**. 2005. 378 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2005.

ALMEIDA, M. E. B. **Tecnologias Digitais na Educação: o futuro é hoje**. In: 5º Encontro de educação e tecnologias de informação e comunicação, 2007, São Paulo. V e-tic 5º Encontro de educação e tecnologias de informação e comunicação, 2007.

ALVARENGA, D. e VALE, I. **A exploração de problemas de padrão: um contributo para o desenvolvimento do pensamento algébrico**. Quadrante, Portugal, vol. 16, n.º.1, p. 27 -55, 2007.

BORBA, M. C e PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**, 3 ed. Coleção Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte, Autêntica, 2007.

BRAGA, E. S. O. **Resolvendo problemas matemáticos com o auxílio de tecnologias digitais: uma proposta para a educação básica**. 2017. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. (1997). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação. Brasília: SMT/MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2017.

\_\_\_\_\_ (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Ministério da Educação. Brasília: SMT/MEC,1998.

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2017.

CAGLIARI, L.C. **Alfabetização e Linguística.** São Paulo, S.P: editora Scipione, 2010.

CARVALHO, J. P. **Os três problemas clássicos da matemática grega.** 2004. Disponível em: < <http://www.bienasbm.ufba.br/M20.pdf>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2017.

CAVALCANTI, L.B.; BRANCO, J. C. e SANTOS, L. M. S. **Arte de Resolver Problemas.** V Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, UNICAMP. 2011.

CHARNAY, R. **Aprendendo (com) a resolução de problemas.** In: PARRA, C. (org.). Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p.36-47.

COSTA, M. S. e ALLEVATO, N. S. G. **Construindo “nova” metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação nos anos finais do ensino fundamental através da resolução de problemas de geometria.** 2010. Disponível em: <[http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/MC/T12\\_MC1409.pdf](http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/MC/T12_MC1409.pdf)>. Acesso em 15 de fevereiro de 2017.

DA SILVA, J. B. **A metodologia de resolução de problemas e o uso de tecnologias digitais no ensino de matemática.** 2017. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Especialização) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.

D'AMBROSIO, B. S. **Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio**. Pro- Posições, v. 4, n. 1, p. 35-41, mar. 1993.

DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas de matemática**. São Paulo: Ática, 2000.

FIorentini, D. **A Educação Matemática Enquanto Campo Profissional de Produção de Saber: A trajetória brasileira**. Dynamis, Blumenau, v. 1, p. 7-17, abr/jun 1994.

FONSECA, E. A. A.; BARRÉRE, E. **Possibilidades e Desafios na Utilização e Seleção de TDIC para o Ensino de Matemática em Escolas Públicas**. Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campinas: SBC, 2003, v. 2, p. 245-293.

FREIRE, F. M. P.; Prado, M. E. B. B. Martins, M. C. & Sidericoudes, O. **A implantação da informática no espaço escolar: questões emergentes ao longo do processo**. Revista brasileira de informática na educação, Santa Catarina, n. 3, p. 45-62, set, 1998.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 3º ed. Campinas: Papirus, 2008.

LESTER, F. **Por que o ensino com resolução de problemas é importante para a aprendizagem do aluno?**. Boletim GEPEN, n.º. 60, p. 147 -162, 2012.

LÉVY, P. **Cibercultura** – Relatório apresentado ao Conselho da Europa no quadro do Projeto “Novas tecnologias: cooperação cultural e comunicação”, Ed. 34, 1999.

LUPINACCI, M. L. V. e BOTIN, M. L. M. **Resolução de problemas no ensino de matemática**. Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Recife, p. 1–5, 2004.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à educação matemática**. 10° ed. Campinas: Papirus, 2010.

ONUCHIC, L. R. **Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas**. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em Educação Matemática. São Paulo: Editora UNESP, 1999. cap.12, p.199-220.

PINHEIRO, C. A. M. **O Ensino de Análise Combinatória a partir de Situações-Problema**. 2008, 164f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação. Universidade do Estado do Pará, Pará. 2008.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. **O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional**. In: FIORENTINI, D. (Org). Formação de professores de Matemática. Campinas, SP: Mercado Letras, 2003.

POZO, J.I e ECHEVERRÍA, M.D.P.P. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender**. In: A solução de problemas: aprender a resolver, resolver a aprender. Juan Ignacio Pozo. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RAFAEL, R. C. **Estudos sobre o ensino de matemática por meio da resolução de problemas com apoio de tecnologias digitais**. 2017. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.

SANTOS, V. C. P. **Matlhlets: Possibilidades e Potencialidades para uma Abordagem Dinâmica e Questionado no Ensino da Matemática**. 2008. Disponível em: <<http://www.pg.im.ufrj.br/pemat/02%20Victor%20Paixao.pdf>>. Acesso em 15 de março de 2017.

SMOLE, K. S. **Resolução de Problemas e Pensamento Matemático**. 2010. Disponível em: <[http://www.edicoessm.com.br/sm\\_resources\\_center/somos\\_mestres/formacao-reflexao/af-revistavj-2010.pdf](http://www.edicoessm.com.br/sm_resources_center/somos_mestres/formacao-reflexao/af-revistavj-2010.pdf)>. Acesso em 03 de março de 2017.

SOARES, M. T. C e PINTO N.B. **Metodologia da resolução de Problemas**. 24<sup>a</sup> Reunião Anual da ANPED, Caxambu, MG, 2001.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. Trad. Maria Regina Borges Osório. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2001.

VALENTE, J. A. **As tecnologias digitais e os diferentes letramentos**. Revista Pátio. Porto Alegre, RS, v. 11, n. 44, nov. 2007 / jan. 2008.

\_\_\_\_\_ **A Informática na educação: conformar ou contornar a escola.**  
Perspectiva. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, n. 24, 1995.

VERCOSA, M.; ROCHA, S.; TELES, R. A. M. **Resolução de problemas matemáticos: aproximações e distanciamentos nos anos iniciais do Ensino Fundamental.** Revista TCC - Revista de divulgação científica do curso de Pedagogia -UFPE, v. 1, p. 1-20, 2010.