



Universidade Federal de Goiás  
Regional Catalão  
Unidade Acadêmica Especial de  
Matemática e Tecnologia  
Programa de Mestrado Profissional em  
Matemática em Rede Nacional



**MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:  
metodologia inovadora no 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública**

GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES  
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**     **Dissertação**     **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**

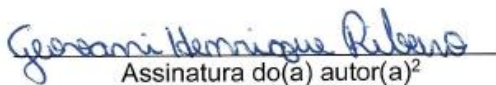
Nome completo do autor: Geovani Henrique Ribeiro

Título do trabalho: **MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: metodologia inovadora no 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública**

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  **SIM**     **NÃO**<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

  
Assinatura do(a) autor(a)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

Data: 21 / 03 / 2019

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> A assinatura deve ser escaneada.

GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO

**MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:  
metodologia inovadora no 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Ensino de Matemática

Orientador: Prof. Dr. Fernando da Costa Barbosa

Catalão

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Ribeiro, Geovani Henrique

MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:  
metodologia inovadora no 9º ano do ensino fundamental de uma  
escola pública [manuscrito] / Geovani Henrique Ribeiro. - 2019.  
120 f.: il.

Orientador: Prof. .

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade  
Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia, Catalão,  
PROFMAT- Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede  
Nacional - Sociedade Brasileira de Matemática (RC), Catalão, 2019.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas,  
lista de figuras, lista de tabelas.

1. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). 2. TIC'S. 3.  
Metodologia ativa. I. , , orient. II. Título.

CDU 51



Universidade Federal de Goiás - UFG  
Regional Catalão  
Unidade Acadêmica Especial de Matemática e  
Tecnologia Mestrado Profissional em Matemática



Defesa N° 20

### Ata de Defesa da Dissertação

Em 13 de março de 2019, às 14 h 55 min, reuniram-se os componentes da banca examinadora, professores(as) Dr. Fernando da Costa Barbosa (orientador), Dr. Porfírio Azevedo dos Santos Júnior, Dr. Deive Barbosa Alves para, em sessão pública realizada por Webconferência na Sala 08 - Bloco J, da Regional Catalão (RC), da Universidade Federal de Goiás (UFG), procederem com a avaliação da Dissertação intitulado "MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: metodologia inovadora no 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública", de autoria de Geovani Henrique Ribeiro, discente do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo(a) presidente da banca, que fez a apresentação formal dos membros da banca. Em seguida, a palavra foi concedida ao discente que, em 24 min procedeu a apresentação da Dissertação. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinando. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da Dissertação, que foi considerado:  **Aprovado** ou ( ) **Reprovado**. Cumpridas as formalidades de pauta, às 17 h 00 min a presidência da mesa encerrou a sessão e para constar, eu Fernando da Costa Barbosa, lavrei a presente ata que, depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da banca examinadora e pelo discente.

Dr. Fernando da Costa Barbosa  
Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia – RC/UFG  
Presidente da Banca

Dr. Porfírio Azevedo dos Santos Júnior  
Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia – RC/UFG

Dr. Deive Barbosa Alves  
UFT - Matemática – Araguaína

Geovani Henrique Ribeiro  
Discente do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional –  
PROFMAT/RC/UFG

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial deste trabalho sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

Geovani Henrique Ribeiro, graduado em licenciatura plena em matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Especialista em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia; Mestre em Matemática pelo programa PROFMAT – Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional pela Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, foi bolsista da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. É professor da rede de ensino da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais e da Prefeitura Municipal de Uberlândia lecionando para alunos do ensino fundamental e médio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me ampara em cada momento da minha vida, dando-me força e sabedoria para lutar e romper as barreiras que o mundo apresenta.

Meus agradecimentos à minha família, em especial à minha mãe e ao meu pai, que nos momentos difíceis me fortaleceram com palavras de amor e carinho, ajudando-me a crescer e vencer mais esta etapa. Agradeço também minha esposa Renata e aos meus filhos Luiz Henrique e Fernando, que compreenderam estes dois anos e meio que fiquei ausente, mesmo assim era acarinhado por eles, quando viam o cansaço no meu rosto.

Aos meus colegas de trabalho da Escola Municipal Professora Orlanda Neves Strack, que me recebiam com o mantra “vai dar certo”, encorajando-me e dando energia positiva para vencer cada etapa do mestrado e também da Escola Estadual do Bairro Jardim das Palmeiras que abriram as portas para que eu pudesse aplicar minha pesquisa.

E a cada aluno participante da pesquisa, que mostrou muito empenho e boa vontade, de modo que eu aprendesse mais do que ensinasse, deixando infinitas marcas para o meu crescimento profissional.

Agradeço aos meus professores da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, pelos ensinamentos, orientação e dedicação em especial ao meu orientador Professor Dr. Fernando da Costa Barbosa, por ser essa pessoa tão gentil e competente sempre pronta para dividir seu conhecimento, um professor que transcende os muros da instituição. Meus agradecimentos também aos professores Dr. Deive Barbosa Alves e Dr. Porfírio de Azevedo dos Santos Junior pelas preciosas contribuições por ocasião do exame de qualificação.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização do mestrado.

Aos amigos Ângela, Cassiano e Inês, que participaram de todos os momentos, passo a passo, dividindo os risos e as tristezas, as lutas e as vitórias, meus sinceros agradecimentos.

*Na metodologia tradicional o educador é o ator principal e no seu monólogo, o aluno como ouvinte, só consegue ser um mero repetidor do que ouviu, não sendo capaz de criar sua própria peça.*



## RESUMO

A pesquisa diz respeito à proposta de utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), como uma metodologia que se pretende inovadora, ao se contrapor a abordagens tradicionais que já não respondem a características de seus alunos nem a necessidades postas por um mundo em constantes e céleres mudanças sociais e tecnológicas. A investigação teve por sujeitos alunos do 9º ano do ensino fundamental da Escola Estadual do Bairro Jardim das Palmeiras, cidade de Uberlândia MG. Norteou-se pela busca de resposta para a seguinte pergunta: será que a Aprendizagem Baseada em Problemas se constitui um processo de aprendizagem matemática que atende às necessidades e cobranças do mundo vivido pelos alunos? Desenvolveu-se, então, uma investigação de caráter prevalentemente qualitativo, com o objetivo de verificar se o uso da ABP com o apoio de recursos computacionais criou um ambiente de aprendizagem motivador, capaz de favorecer o crescimento dos alunos em termos de como cada um encaminhou a construção de seus próprios conhecimentos. A revisão de literatura indicou que são poucos os trabalhos usando a ABP na área de educação matemática na educação básica. Na ABP toma-se o problema como ponto de partida para o desenvolvimento do conhecimento, o aluno como responsável pela construção do próprio conhecimento e o professor, como mediador deste processo. Trabalhou-se metodologicamente com sete etapas ou passos concebidos neste estudo como adequados para o alcance das características da ABP: formar alunos participativos, críticos, autônomos, capazes de solucionar problemas, de aceitar opiniões diferentes, de acessar informações e dados por meio de recursos digitais, no caso na aprendizagem da matemática. A aplicação, análise e discussão dos resultados da experiência do uso das sete etapas da ABP no ensino da matemática na educação básica conduziu a uma resposta afirmativa ao problema da pesquisa já que a experiência pôs em evidência a construção de conhecimento que permitiu aos alunos agirem como solucionadores de problemas matemáticos do dia a dia. Espera-se que, além dos resultados obtidos na análise de dados da investigação, que esta pesquisa incentive e sirva de parâmetro para outros pesquisadores em busca de novos caminhos no ensino da matemática.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). TIC'S. Metodologia ativa.

## ABSTRACT

This research is about the proposal of using Problem Based Learning (PBL) as a methodology that pretends to be innovating as it contradicts traditional approaches, that, today, no longer corresponds to the students' characteristics nor their necessities inputted by a world into constant and fast social and technological changes. The investigation had as subjects students on the 9th grade on fundamental learning at Escola Estadual do Bairro Jardim das Palmeiras, in Uberlândia/MG. The research directed of answering to the following question: is it possible that PBL becomes a math process learning that attends to the students' necessities charged by the world and lived by them? It was developed a qualitative investigation, to verify if PBL, supported by technological resources, creates a motivational learning environment, capable of enhancing the learning construction process. The literature's revision indicates that there are few works using PBL at math area in basic education. The methodology indicated seven steps conceived as adequate to the aim of PBL: to educate participating, critical, self-governing, capable of problem solving students, who accept different opinion, and that access data by digital resources to learn math. With PBL, the problem is the initial target to develop knowledgment, taking the student to be the responsible of building self-knowledge, and the teacher the facilitator to it. The experience of using PBL's seven steps application, analysis and discussion at math teaching in basic education conducted to an affirmative answer to the research's goal, as that it put in evidence that the knowledge construction provided students to act as math day-by-day problem's solutioners. We hope that, afterwards, the result obtained into the investigation in this research encourages and serve as a parameter to other researchers, to look after new paths on teaching math.

**Palavras-chave:** Problem Based Learning (PBL). TIC'S. Active methodology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Os sete passos da Aprendizagem Baseada em Problemas.....	38
Figura 2 –	Laboratório de informática.....	51
Figura 3 –	Biblioteca.....	51
Figura 4 –	Apresentação do projeto de pesquisa aos alunos.....	53
Figura 5 –	Exploração e descoberta .....	57
Figura 6 –	Escolha do problema da atividade 1.....	61
Figura 7 –	Discussão do problema da atividade 1.....	62
Figura 8 –	<i>Brainstroming</i> da atividade 1.....	62
Figura 9 –	Construção de estratégias e hipóteses da atividade 1.....	63
Figura 10 –	Conversor de unidades de capacidade – atividade 1.....	64
Figura 11 –	Avaliar estratégias e ações do problema da atividade 1.....	65
Figura 12 –	Estudos individuais do aluno da atividade 1.....	66
Figura 13 A –	Resolução do problema da atividade 1.....	68
Figura 13 B –	Resolução do problema da atividade 1 (cont.).....	69
Figura 14 A –	Fechamento da atividade 1: escolha de peixes ornamentais de outras espécies.....	70
Figura 14 B –	Quantidade de peixes de outras espécies - atividade 1.....	71
Figura 14 C –	Quantidade de peixes de outras espécies da atividade 1.....	72
Figura 14 D –	Quantidade de peixes de outras espécies da atividade 1.....	73
Figura 15 –	Discussão do problema da atividade 2.....	76
Figura 16 A –	<i>Brainstroming</i> (Chuva de ideias) da atividade 2.....	77
Figura 16 B –	<i>Brainstroming</i> (Chuva de ideias) da atividade 2 (cont.).....	78
Figura 17 –	Construção de estratégias da atividade 2.....	79
Figura 18 –	Avaliação das estratégias da atividade 2.....	80
Figura 19 –	Estudo individual da atividade 2.....	80
Figura 20 A –	Resolução do problema da atividade 2.....	81
Figura 20 B –	Resolução do problema da atividade 2.....	82
Figura 21 –	Discussão do problema da atividade 3.....	84
Figura 22 –	<i>Brainstorming</i> da atividade 3.....	84
Figura 23 –	Interpretação da conta de energia elétrica e leitura do texto.....	86
Figura 24 –	Construção das estratégias do problema da atividade 3.....	87
Figura 25 –	Avaliação das estratégias do problema da atividade 3.....	88

Figura 26 –	Estudo individual do problema da atividade 3.....	89
Figura 27 A –	Resolução do problema da atividade 3.....	90
Figura 27 B –	Resolução do problema da atividade 3.....	91
Figura 28 –	Aplicação do 1º questionário.....	93
Figura 29 –	Depoimento do aluno 1.....	98
Figura 30 –	Depoimento do aluno 2 .....	98
Figura 31–	Depoimento do aluno 3 .....	99

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1	Motivos da participação dos alunos na pesquisa.....	93
Gráfico 2	Finalidades do uso da internet segundo os alunos.....	94
Gráfico 3	Pontos positivos apresentados pelos alunos na proposta ABP.....	96
Gráfico 4	Dificuldades dos alunos no trabalho com a ABP.....	97
Gráfico 5	Avaliação dos alunos na metodologia ABP.....	99

### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1	Características dos métodos tradicionais e da ABP.....	33
Quadro 2	Aspectos a serem avaliados na metodologia da ABP.....	42
Quadro 3	Conceitos para avaliação de rendimento do aluno.....	43

### **LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice A	Primeira parte do questionário .....	108
Apêndice B	Segunda parte do questionário.....	110
Apêndice C	Questionário final.....	111
Apêndice D	Etapas da ABP para resolução de problemas.....	113

### **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A	Problema estruturado do bando de itens do SIMAVE.....	114
Anexo B	Teorema do volume de um paralelepípedo reto retângulo.....	115
Anexo C	Conta de energia para desenvolvimento da atividade 3.....	116

Anexo D	Texto para trabalhar a energia consumida.....	117
Anexo E	Parecer do CEP – Aprovando a Aplicação da pesquisa.....	118

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEMEPE	Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
EAD	Educação a Distância
EF	Ensino Fundamental
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EMATER	Empresa de Assistência técnica e Extensão Rural do Governo de Minas Gerais
EMG	Estado de Minas Gerais
EM	Ensino Médio
FAMEMA	Faculdade de Medicina de Marília
MEC SEF	Ministério da Educação Secretaria de Ensino Fundamental
MEC SEB	Ministério da Educação Secretaria de Educação Básica
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PBL	<i>Problem-Based Learning</i>
SEEMG	Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais
SIMAVE	Sistema Mineiro de Avaliação
SIMMI	Simpósio de Matemática e Matemática Industrial
SME UDI	Secretaria Municipal de educação de Uberlândia
ser	Superintendência Regional de Ensino
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC's	Tecnologias da Informação e da Comunicação
UCS	Universidade de Caxias do Sul
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFG	Universidade Federal de Goiás

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>24</b>
2.1	A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E AS TIC'S NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM.....	24
2.2	DESENVOLVENDO UMA PROPOSTA ABP.....	34
2.3	O DESENVOLVIMENTO E A APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	44
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>49</b>
3.1	O LOCAL E OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	49
3.1.1	O local.....	49
3.1.2	Os sujeitos.....	51
3.2	PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	54
3.3	COMITÊ DE ÉTICA.....	56
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO, ANÁLISE DO MATERIAL COLETADO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NESTA PESQUISA.....	58
4.2	ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	60
4.2.1	Registros das fichas de desenvolvimento da ABP.....	60
4.2.1.1	Atividade 1 .....	60
4.2.1.2	Atividade 2.....	74
4.2.1.3	Atividade 3.....	83
4.2.2	Resultados relativos aos questionários.....	92
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>101</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>104</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>108</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>

## 1INTRODUÇÃO

A minha vivência no ambiente escolar começou cedo, pois fui privilegiado por nascer em uma família que tinha na sua figura materna uma excelente e experiente professora das séries iniciais. Minha mãe desempenhou as funções de orientadora, supervisora e diretora escolar, além de exercer o magistério, em uma pequena escola pública da zona rural do Estado de Minas Gerais, onde nasci.

Lembro de vários projetos ali acontecidos e destaco um que me marcou bastante e, do qual mais tarde ouvia, atentamente, sua história. Trata-se do projeto de uma imensa horta em que toda a comunidade escolar participava com o objetivo de melhorar a alimentação para os alunos por meio de um propósito pedagógico: o de integrar diversas disciplinas do currículo na sua concepção e execução. Por exemplo, a matemática, ao calcular as dimensões dos canteiros e quantidade de fertilizantes e adubos necessários; ou ainda, ao usar medidas de comprimento, capacidade e massa. O português, ao trabalhar com interpretação de textos que traziam informações sobre plantio e alimentação e Ciências, ao contribuir com o saber acerca dos nutrientes de cada alimento.

Hoje, com o conhecimento adquirido, vejo que, naquela época, já se aplicavam os conceitos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). É que, diante do fato concreto de que alguns alunos passavam mal durante as aulas, porque saíam do trabalho para a escola e contavam com uma alimentação pobre, perguntou-se: para oferecer uma refeição satisfatória para os alunos, o que fazer com a falta de alimentos para a merenda escolar?

Para responder a esse problema, reuniram-se alunos, professores, pais e funcionários, sob a coordenação da direção da escola. Ao discutirem sobre que caminho buscar para solucionar a falta de alimentos na merenda escolar, utilizou-se, como na ABP, o *brainstorming*, o que resultou em duas proposições: a primeira, cada um levaria um pouco de alimento de casa para a melhorar a merenda e, a segunda, a construção de uma horta com a participação de toda a comunidade escolar.

Uma vez avaliadas tais propostas, o grupo chegou à conclusão que a segunda seria mais pertinente. Toda a comunidade se mostrou bastante interessada; assim os professores começaram a trabalhar na integração das disciplinas em busca dos conhecimentos indispensáveis para fundamentar a concepção e execução da proposta. Passaram a analisar e estudar individualmente como poderiam auxiliar no desenvolvimento da ideia; minha mãe, por



sua função, procurou a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Governo do Estado de Minas Gerais (EMATER), de onde recebeu uma cartilha com instruções e todas as sementes que precisariam.

A partir desse momento o projeto foi posto em prática, de modo a concretizar o propósito de oferecer uma alimentação saudável para todos seus alunos. Na última etapa, a de discussão sobre o que se fez, todos os participantes reconheceram a importância de participarem de um grupo capaz de gerar mudança da situação-problema identificada de início. Sentiram-se gratificados ao constatarem que a solução encontrada ultrapassou os muros da escola, já que quase todos já tinham sua horta no fundo de casa e sabiam a importância dela para a família.

Ao reconhecer na experiência relatada uma postura educacional próxima da ABP, tomei consciência dos efeitos dessa abordagem, pois nela observei a importância de todos se sentirem donos do seu próprio conhecimento de maneira natural, bem como o crescimento em autonomia e criticidade no processo de construção da própria história do grupo, ao compreender a realidade e nela intervir, operando a mudança necessária.

Comecei minha vida de estudante cursando o Ensino Fundamental I (EF) na Escola Estadual Afonso Pena, no Município de São Gotardo MG, já alfabetizado e dominando algumas operações. Nesta época enfrentei um dos momentos mais difíceis da minha infância: saí da proteção da minha mãe com 8 anos de idade para estudar em outro lugar; esperávamos sua transferência, que não veio. Assim tive que morar em um ambiente não muito favorável já que a educação escolar não fazia parte do contexto daqueles que dividiam a casa. Os meninos da minha idade onde eu residia já trabalhavam em serviços informais e já haviam abandonado a escola. Viviam uma vida muito difícil e diferente da minha.

Durante esse período que não vivi com meus pais, passei a ser responsável por todos os afazeres relativos à minha aprendizagem: deveres de casa, trabalhos e preparações para as provas. Contava com uma leve ajuda, quando ia aos finais de semana para casa de meus pais. Sempre esperando minuto a minuto essa transferência, o que durou um ano e alguns meses.

Assim que tudo isso passou teve início uma nova jornada: a chegada da minha família, que tirou um “peso” muito grande das minhas costas. Eu sentia mais segurança e passei a ter um ambiente de aprendizagem muito mais prazeroso, em conjunto com o acompanhamento afetivo, que considero um diferencial para que o processo de aprendizagem aconteça. Após esse acontecimento, me transferiram para Escola Estadual Professor Balena de 1ª à 4ª série, onde minha mãe foi lotada. Uma nova história recomeça. Uma nova professora, muito dedicada e preocupada com ensino de cada aluno e juntamente com minha família, tornaram-se uma das

molhas propulsoras para que eu me encontrasse e sentisse como é gostoso o ambiente escolar. No último ano da Escola Estadual Professor Balena, minha mãe se tornou professora da minha turma. Muito dedicada, muitas ideias novas, muitas apresentações, era uma professora dinâmica e diferenciada e sempre recebeu os alunos de braços abertos, tanto na sala de aula, como na nossa casa que era uma extensão da escola onde trabalhava.

Terminei essa jornada e comecei o Ensino Fundamental II. Era outro ambiente em que vários professores lecionavam, cada um, uma disciplina diferente. Foi um momento muito importante na minha vida, pois como me considerava um aluno participativo, buscava sempre auxiliar os colegas que apresentavam dificuldades no aprendizado, especialmente na disciplina de matemática. Tratava-se de um ambiente com o método tradicional de ensino, em que o professor era o agente principal na transmissão do conhecimento e o aluno era um mero ouvinte. Lembro que em uma das aulas de matemática, fui convidado pelo professor para apresentar uma introdução sobre os números negativos, caso raríssimo, pois era um ambiente tradicional, com pouca participação ativa do aluno.

À medida que os anos passavam, já nos anos finais do EF II, minha vontade de ensinar tornava-se um processo natural. Já era indicado para ministrar aulas particulares; o principal prêmio não era a parte financeira, mas, sim, os bons resultados apresentados pelos aprendizes, assim como os elogios colhidos dos pais. Notei que a procura por minhas aulas, algo perto de quase 100 %, se dava em decorrência de muita dificuldade em matemática, com necessidade da ajuda de alguém fora do quadro escolar. Na escola que frequentavam, sem abertura para o diálogo, os alunos se intimidavam diante da manifesta opinião do professor de que estavam atrapalhando a aula, quando a interrompiam para tirar dúvidas. Comecei a observar que vários alunos que ficavam de recuperação no final de ano não tinham tanta dificuldade em aprender; o ambiente opressivo é que tirava o caráter natural da pergunta, como manifestação de quem quer aprender. Isso me incomodava e gerava alguns questionamentos acerca de como tornar esse ambiente escolar um local prazeroso para buscar o conhecimento.

Formávamos grupos de estudo em que aqueles que apresentavam facilidade nas disciplinas auxiliavam aqueles que apresentavam dificuldades. Contamos com a participação ativa da professora em sala de aula e fora dela, que se dispunha a auxiliar aqueles que tinham interesse na aprendizagem ou por meio de minicursos com a introdução de cálculo diferencial no ensino médio, última parte do livro texto.

Esse processo de auxiliar o aluno, colocando-o como agente do processo educativo, era diferente. Foi um momento muito especial em que se estabeleceu uma troca muito bacana. A

professora, muito próxima e em contato com os alunos, aceitava outras soluções que não era a preestabelecida; como sujeitos do processo o aprendizado da matemática tornava-se um momento prazeroso para os alunos. Assim fez com que aflorasse uma paixão muito grande pela matemática aumentando o interesse de continuar enveredando pelos caminhos dos números.

Terminada essa etapa do ensino médio, prestei vestibular para matemática e, aprovado, ingressei na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O currículo do curso de Licenciatura em Matemática, nos períodos iniciais teve um caráter mais tradicional; nos dois últimos períodos a atuação dos professores foi bem diferente. Pertenciam à área de educação e, alguns ao curso de física, com outros métodos de ensino, como apresentações de trabalhos individuais e em grupo.

Gostei muito do final da graduação; preocupei-me em não reproduzir o sistema educativo tradicional. Uma professora da área de Pedagogia, convidou-me para auxiliá-la em uma pesquisa para doutorado, colhendo dados nas escolas públicas para seu trabalho sobre evasão escolar no ensino noturno, tema muito debatido à época. Finalizada minha ajuda nesse trabalho e terminada minha graduação, iniciei os primeiros passos na sala de aula.

Sai o aluno e entra o professor. Começa uma nova jornada em duas escolas públicas, manhã e tarde, sempre ouvindo a voz do aluno; para inseri-lo no processo como sujeito da aprendizagem, insistia em vê-lo e torná-lo agente principal do processo.

Nas turmas do último ano do Ensino Médio, criei grupos de estudo para auxiliar os alunos nos processos seletivos dos vestibulares, trabalhando com aqueles conteúdos que não tinham sido abordados em sala de aula ou que apresentavam dificuldades. Desenvolvi atividades com os alunos sobre as profissões e o mercado de trabalho, com o objetivo de proporcionar informações e motivar, assim auxiliando-o na escolha da profissão a ser seguida. A atividade era encerrada com a participação dos alunos na feira de profissões da UFU, que divulgava os cursos de graduação oferecidos pela instituição.

O tempo foi passando. Sempre busquei valorizar o papel do aluno, procurando aprofundar minha formação, entender e entrar no mundo do aluno, pois o considerava como agente principal do processo de ensino aprendizagem.

Por um lado, minha prática, a cada ano que passa, permite observar que a aprendizagem no ensino fundamental e médio está cada vez mais difícil de se concretizar, sem obter os resultados esperados: alunos capacitados para resolver problemas de maneira autônoma. Com isso há uma frustração muito grande por parte dos professores, principalmente aqueles que não conseguem fazer a leitura de mundo como condicionante daqueles resultados de seus alunos.

Por outro lado, sinto que preciso continuar minha formação para compreender e intervir melhor na realidade com a qual me deparo. Por isso, participei das formações do Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais (CEMEPE), oferecidos pela Secretaria Municipal de Educação de Uberlândia (SME UDI) e das formações do Centro de Referência do Professor oferecidos pela Secretária de Educação do Estado de Minas Gerais (SEE MG). Concluí a Especialização em Matemática na UFU e, hoje, sou mestrando na Universidade Federal de Goiás (UFG).

No mestrado tivemos aulas com professores dinâmicos com uma linha de pensamento que valoriza o aluno como sujeito do processo. O curso se funda na crença de que, ao professor compete criar oportunidades para que o aluno se torne dono do seu conhecimento, ou seja, desenvolva seu conhecimento individual via participação efetiva no seu grupo. Significa dizer que o aluno precisa ter autonomia para buscar soluções e respostas, isto é, criar caminhos para sair de uma situação-problema. Isso se contrapõe a um cenário muito comum em que, ao vir de um processo de memorização e repetição, o aluno, geralmente, fica perdido diante uma situação nova ou problema que o desafia.

Neste contexto, fui apresentado à ABP, metodologia que não conhecia. Entendi a riqueza desta abordagem e a visualizei como possível alternativa para um ambiente educacional que se pretende como forma inteligente para a construção do conhecimento e que leva o aluno à interpretação do mundo em que ele vive, tornando-o autônomo e crítico, capaz de transpor as situações que lhe são apresentadas no dia a dia.

Ao me aprofundar nos estudos sobre a ABP, meu modo de compreender a educação ganhou consistência com a noção de que o professor é o principal mediador da situação ensino aprendizagem e que, apesar de os métodos de ensino não constituírem um fim em si mesmos, exercem um papel importante no alcance dos objetivos educacionais e instrucionais nos processos pedagógicos escolares. Daí ser indispensável que o professor tenha conhecimento dos conceitos teóricos que sustentam a metodologia empregada.

Dessa forma, uma abordagem metodológica que proclama o aluno como sujeito da construção do conhecimento exige que a contradição existente na relação professor-aluno no sistema tradicional de ensino seja superada por uma relação mais horizontal que dê oportunidade ao aluno de alcançar o conhecimento de forma efetiva, em que “[...] o ensino realiza-se na relação dialógica entre professor aluno, por uma educação problematizadora que supere a contradição educador-educandos” (FREIRE, 2005, p.78).

Por caminhos diferentes é possível desmistificar o ensino da Matemática como algo difícil, trabalhoso e enfadonho e reconhecer que o desinteresse e o baixo rendimento dos alunos podem decorrer da forma tradicional de promoção do conhecimento. Ou seja, quando o aluno é submetido a um processo de transmissão de conhecimento na base do “quadro e giz”, memorização mecânica de resultados tipo “siga o modelo”, somado à não participação da família, cria-se ambiente propício ao insucesso do aluno na sua vida escolar.

Dáí o significado de uma aprendizagem ativa compreendida “como um conjunto de práticas pedagógicas que abordam a questão de aprendizagem pelos alunos de uma perspectiva diferente das técnicas clássicas, que evitam que o aluno dê continuidade ao estereótipo de receptor passivo” (GUDWIN, 2018, p.1).

O pensamento freiriano contrapõe à aprendizagem passiva ou métodos tradicionais a ideia de educação bancária na medida em que a concebe como impeditiva da emergência do pensamento crítico, ao afirmar que “a prática bancária implica numa espécie de anestesia, inibindo o poder criador dos educandos, enquanto a educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implica num constante ato de desvelamento da realidade” (FREIRE, 2005, p.80).

A memorização e a reprodução do que foi produzido pelo professor tornam-se coisas do passado em decorrência dessa perspectiva. Transforma-se o papel da escola que deixa de apenas replicar conteúdos, um sistema ineficaz e ineficiente diante de um mundo globalizado e conectado que muda a todo instante e precisa de respostas novas e criativas aos problemas com os quais se depara. Outros estudiosos da educação a corroboram:

Instruir alguém não é levá-lo a armazenar resultados na mente e sim ensiná-lo a participar do processo que torna possível a obtenção do conhecimento: ensinamos não para produzir minúsculas bibliotecas vivas, mas para fazer o estudante pensar, matematicamente, para si mesmo, considerar os assuntos como faria um historiador, tomar parte no processo de aquisição de conhecimento. Saber é um processo, não um produto (BRUNER, 1969, p.89).

Esse caráter processual do desenvolvimento cognitivo faz do professor um mediador que atua desde a provocação que desperta o interesse e a curiosidade do aluno, passa pela construção de conhecimentos e prossegue até que ele consiga com tais conhecimentos interpretar o mundo, em tempo real, solucionando os problemas que lhe são apresentados. No dizer de Rogers (1971) “quando o primeiro estímulo vem de fora, o senso da descoberta, do alcançar, do captar e do compreender vem de dentro. É penetrante. Suscita modificação no comportamento, nas atitudes, talvez mesmo na personalidade do educando” (ROGERS, 1971, p.21).

Com essa postura, o aluno como sujeito principal do processo constrói conhecimento de maneira investigativa, apoiado durante todo o tempo pelo professor e pelos recursos tecnológicos disponíveis. Existe hoje uma geração que domina com facilidade e naturalidade as tecnologias, uma geração conectada. Isso possibilita práticas que reduzem o ensino expositivo, que desenvolvem um ambiente motivador e inspirador, o que favorece um ensino mais dinâmico e participativo.

Nesse sentido a sala de aula precisa ser conectada, interativa e multimídia; além disso, o professor deve dominar estes recursos tecnológicos para utilizá-los em prol da formação de um aluno, curioso, crítico e pesquisador, capaz de construir seu conhecimento de forma autônoma. Nesse ambiente o professor tem um papel importantíssimo de motivar e orientar o aluno na busca do conhecimento e a “aprendizagem pode ser facilitada pela tecnologia” (SIEMENS, 2004, p.71). A prática pedagógica passa a contar com a internet como ferramenta para seu auxílio; desenvolve-se um processo de busca e interpretação de subsídios que colaboram para a resolução de problemas e, conseqüentemente, geram aprendizagem e conhecimento.

A abordagem metodológica aqui defendida mostra-se aliada das gerações digitais. A familiaridade com os recursos tecnológicos, o estar sempre conectado, a procura independente de informações, bem como a possibilidade de contato com especialistas e pessoas de todo o mundo concretizam o que se chama de processo centrado no aluno, favorecem o intercâmbio de conhecimento, a criatividade e ação colaborativa na construção do conhecimento. Ações individuais ou comuns a várias pessoas, presencial ou virtualmente, se entrecruzam neste processo dinâmico de aprender.

Nossa criatividade se manifesta pela ação a partir da realidade, modificando-a continuamente sempre com a finalidade maior de sobreviver e transcender. A realidade está sempre em permanente transformação através da nossa ação criativa. Nossa ação fundamental é tentar aproximar a realidade atual – que a cada instante nos é apresentada com um fato – de uma realidade que é parte de nossa utopia. Isto mediante novas interpretações e ações sobre a mesma realidade, introduzindo novos fatos, produto de nossa ação individual ou de uma ação comum, lograda através da comunicação entre os indivíduos (D’AMBROSIO, 1997, p.117).

Quando D’Ambrosio (1977) dá ênfase à comunicação entre os indivíduos ele oferece elementos para o entendimento de que o aluno como sujeito da aprendizagem, agindo no plano individual, não conduz ao isolacionismo ou ao individualismo. Diz respeito apenas a uma das dimensões presentes no todo do processo; faz parte deste movimento a interatividade que põe em discussão suas crenças e seu raciocínio. O autor acredita que é dessa dinâmica que

emergem, ao mesmo tempo, singularidades e convergências que enriquecem e dão consistência ao saber elaborado.

Já no contexto da prática pedagógica tradicional constata-se um descontentamento muito grande em relação ao sistema de educação desenvolvido. Percebe-se que os métodos tradicionais não estão conseguindo motivar o aluno e nem mesmo desenvolver habilidades básicas, como a interpretação e solução de problemas simples. E isto me incomoda.

Todos esses desafios e análises conduziram à pergunta que norteou essa pesquisa: **será que a Aprendizagem Baseada em Problemas constitui um processo de aprendizagem matemática que atende às necessidades e cobranças do mundo vivido pelos alunos?**

Para respondê-la definiu-se como objetivo para a experiência realizada: **verificar se o uso da ABP, com apoio de recursos computacionais, criou um ambiente de aprendizagem motivador capaz de favorecer o crescimento dos alunos, em termos de “como” cada um encaminhou a construção de seus próprios conhecimentos.**

Nessa direção, a pesquisa foi construída de modo a analisar o posicionamento e o olhar do aluno diante dessa nova abordagem. Assim, pensou-se em analisar a ABP no ensino aprendizagem, com base em dados que explorem a argumentação, tanto dos alunos quanto dos professores, no que diz respeito à sua eficácia e ao incentivo do aprendiz. Esse retorno é importante para reformulação do caminho a ser seguido no processo aprendizagem, quanto à percepção do que foi positivo ou negativo.

Logo, pensando nas cobranças de uma educação matemática que permita ao aluno aprender e saber fazer uso da matemática, faz parte desta investigação alinhar o uso da ABP com os problemas evidenciados no banco de itens do Sistema Mineiro de Avaliação (SIMAVE) que contemplam as competências e habilidades apresentadas na Base Nacional Curricular Comum (BNCC).

Para tanto esta dissertação se estrutura da seguinte forma: no primeiro capítulo, o professor pesquisador se apresenta, sob a forma de um memorial, ao justificar sua escolha do tema; no segundo capítulo 2, discorre-se sobre a ABP, seu histórico, os passos da metodologia, seus desdobramentos, características próprias até os dias atuais e o desenho proposto para esta pesquisa. No capítulo 3, descreve-se a metodologia da pesquisa, com destaque para os procedimentos e instrumentos de pesquisa usados para a coleta de dados, de forma a permitir ao pesquisador construir e desenvolver suas conclusões. No capítulo 4, apresenta-se o desenvolvimento da aplicação da ABP na escola onde se deu a pesquisa, a análise dos dados obtidos pela observação direta do pesquisador em conjunto com outros instrumentos utilizados.

No último capítulo, o das considerações finais, apoiando-se no relato, análise e discussão dos resultados da experiência realizada, procede-se a uma reflexão e síntese de todo o processo.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A ABP, também conhecida como *Problem-Based Learning* (PBL), é uma metodologia que está em crescimento entre os educadores. Apresenta-se como uma abordagem que contempla as mudanças necessárias para a formação de um sujeito inserido no mundo em que ele vive, capaz de enfrentar diversas situações-problema que são apresentadas no dia-a-dia.

Para o enfrentamento das dificuldades que os professores de matemática encontram em sala de aula (passividade dos alunos, ausência de uma metodologia que estimule o aluno, o baixo rendimento e a baixa autoestima dos alunos), necessitam-se novas abordagens, que tornem o ambiente de sala de aula prazeroso, proporcionando uma aprendizagem ativa e significativa aos alunos.

Neste capítulo, para bem compreender a referência do estudo realizado e para fundamentar uma resposta para a pergunta que norteou esta pesquisa, discute-se a ABP, por meio de três subseções: na primeira subseção seu histórico, os passos da metodologia, seus desdobramentos e características próprias até os dias atuais, com o uso das TIC's; na segunda, uma apresentação geral sobre a ABP nos moldes propostos para este estudo e, na terceira, uma discussão sobre suas possibilidades na educação básica.

### 2.1 A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E AS TIC'S NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM

Apresenta-se, nesta primeira subseção, o histórico da ABP, suas origens, conceitos e o posicionamento de alguns pesquisadores em relação aos fundamentos e às suas características nos dias atuais.

Posicionamentos precursores da ABP, encontrados na literatura, são citados por Nogueira (2017): “Nos analectos de Confúcio (500 a. C), onde ele só ajudava seus discípulos depois que eles pensam em determinado tema ou pergunta, tentavam resolver e não conseguiam encontrar as respostas.” (NOGUEIRA, 2017, p.12) e, no século XVII, quando Comenius escreveu “Os professores devem se preocupar em ensinar menos, e os alunos aprenderem mais” (NOGUEIRA, 2017, p.13).

A partir desses dois momentos, é possível sintetizar cronologicamente os antecedentes que contribuíram para se estruturar a ABP, uma metodologia não tão nova historicamente, porém, conceitualmente bastante inovadora. Teve início com estudos desenvolvidos na área da

medicina e ganhou outras áreas de conhecimento com o passar dos tempos. Sabe-se que sua formulação começa com as ideias conceituais do psicólogo Jerome Bruner (1915-2016) e do filósofo John Dewey (1859 -1952).<sup>1</sup>

O psicólogo Jerome Bruner, que tem sido chamado de o pai da Psicologia Cognitiva, liderou o que veio a ser conhecido como a revolução cognitiva na década de 1960, que propunha e sistematizava a teoria da aprendizagem pela descoberta (MARQUES, 2000, p.1-3). Já o filósofo John Dewey elaborou os princípios fundamentais de uma filosofia da educação que foram sistematizados numa das suas obras mais importantes, “Democracia e Educação” (WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010, p.129-130). Schmidt (1993), considera que

As raízes da aprendizagem baseada em problemas podem ser encontradas em Dewey (1929), num apelo à promoção da aprendizagem independente em crianças. E na noção de Bruner (1959 a 1971) da motivação intrínseca como força interna que leva as pessoas a saber mais sobre seu mundo. [...] o papel do problema como o ponto de partida para a aprendizagem pode ser atribuído a Dewey que enfatizou a importância da aprendizagem, em interação com eventos da vida real (SCHMIDT, 1993, v.27, p.423).

Pode-se observar que tanto John Dewey como Bruner estão vinculados à concepção de uma metodologia que tem como objetivo o censo da investigação a partir de problemas que levam o aluno ao aprendizado.

Bruner (1984), propõe que “o objetivo da procura do conhecimento é desenvolver a curiosidade” (BRUNER, 1984, p.63). O aluno leva adiante a inquietação que o faz indagar sobre uma situação ou fato ocorrido e essa indagação passa a ser seu próprio guia, construindo e desenvolvendo seu processo cognitivo de forma eficaz.

O autor vai além e diz que “a educação funciona bem quando a aprendizagem é, em primeiro lugar, participativa, provocativa, comum e colaborativa. E em segundo, quando a aprendizagem é um processo de construção de significado, e não de algo já pronto” (BRUNER, 1996, p.84). Isto é, a importância da busca de soluções no e pelo grupo, provocada por um problema comum em relação aos seus membros, torna todo o processo significativo na medida em que é carregada de sentido para tais sujeitos e os desafia a produzirem a solução criada por eles. Não se trata de recorrer a respostas prontas, elaboradas por outrem e memorizadas, mas

---

<sup>1</sup> As ideias desses dois autores John Dewey e Jerome Bruner defendem a aprendizagem a partir de situações buscadas na vida real. Dewey destacou o problema como ponto de partida da aprendizagem e Bruner a aprendizagem por descoberta, a partir da situação concreta com a qual o aluno se depara. Disponível em [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Jerome\\_Bruner](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Jerome_Bruner) e [https://pt.wikipedia.org/wiki/John\\_Dewey](https://pt.wikipedia.org/wiki/John_Dewey) Acesso em 18 set. 2018.

envolve engajar numa discussão e resolução, que tenha a marca, o olhar do grupo e cujo ineditismo poderá concretamente influenciar e transformar a realidade.

A abordagem metodológica em questão possui, assim, o potencial de não apenas contribuir para individualmente desenvolver o raciocínio lógico e construir o próprio conhecimento. Ou seja, os diferentes raciocínios que acontecem são submetidos a críticas mútuas, se redefinem nas trocas que ocorrem e ensinam agir de forma colaborativa, tornando cada aluno um indivíduo sociável.

O pensamento de Dewey apud Berbel (1995) também contribui para fundamentar a metodologia denominada ABP, já que o teórico considerava “a resolução de problemas como um método de ensino. Foi desenvolvido a partir das ideias de Dewey no início deste século. Dewey propunha a solução de problemas como forma de desencadear o pensamento reflexivo, forma mais elevada do pensamento” (BERBEL, 1995, p.13).

Delisle (2000) e O’Grady *et al.* (2012) também apontam Dewey como um dos inspiradores da ABP. Segundo eles, “Dewey acreditava que para estimular o pensamento de um aluno, o professor teria de partir de um assunto de natureza não formal, que viesse da vida; do cotidiano dele” (DELISLE, 2000, p.84).

Segundo Andrade (2007), “Na teoria de Dewey, encontra-se a mais significativa inspiração para a ABP”. A autora cita a fala de Dewey “A educação deveria partir sempre de interesses concretos e imediatos dos alunos de um fazer em que as crianças defrontassem com situações problemas cuja resolução envolvesse investigação, pesquisa, elaboração criativa de soluções e respostas” (ANDRADE, 2007, p.29).

Gadotti (2008), afirma que “Dewey praticou uma crítica contundente à obediência e submissão até então cultivadas nas escolas. Ele as considerava verdadeiros obstáculos à educação. Através dos princípios da iniciativa e originalidade e cooperação, pretendia liberar as potencialidades do indivíduo” (GADOTTI, 2008, p.148).

Segundo Nogueira (2017), “Os primeiros passos da Aprendizagem Baseada em Problemas foi feito por meados de 1965 a 1970, onde a metodologia começou a ser desenvolvidas no final da década de 60, mais precisamente em 1969, na McMaster University (Canadá), logo após o uso dessa metodologia foi utilizada na Universidade de Maastrich na Holanda” (NOGUEIRA, 2017, p.13).

A Escola de Medicina de Harvard iniciou, em 1984, uma proposta curricular em ABP, implantada como programa curricular paralelo ao currículo tradicional, voluntário para estudantes de Medicina e para professores (MOORE, 1991, p.80). Segundo Aguiar (2001):

Passados os primeiros anos e após uma avaliação comparativa entre o processo educacional tradicional e o novo currículo. Harvard passou a desenvolver um currículo único que tinha como estratégias a ABP o processo ensino-aprendizagem centrado no estudante e portanto já consegue observar que a mudança de estratégias de uma Universidade tão renomada e respeitada em todo o mundo, faz com que a ABP seja observada e estudada como uma metodologia que se contrapõe aos métodos tradicionais (AGUIAR, 2001, p.164).

A década de 90 é marcada pelo pioneirismo da implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas no Brasil. De acordo com Moraes e Manzini (2006) “A Faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA) é uma das escolas que se propôs a enfrentar esse desafio. Desde 1997, iniciou um processo de implementação e desenvolvimento médico com a utilização de uma nova metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)” (MORAES; MANZINI, 2006, p.2).

Nesta mesma década com o surgimento e ampliação das grandes redes de comunicação, a ABP atinge o ápice, quando sua utilização e os estudos multiplicam, deixando de ser de uso apenas da medicina. Seguindo esta vertente nos fins do século XX, “O modelo ABP começa a ser usado a contexto educacionais e ao ensino de diversas áreas de conhecimento (história, pedagogia, engenharia, arquitetura, direito, economia, administração de empresas, etc.” (RIBEIRO, 2005, p.25). Já Munhoz (2015) reitera que

Na atualidade, sob a influência das redes sociais e da evolução das tecnologias das comunicações, a modalidade passa a ser considerada uma nova forma de ensinar e aprender que pode contrapor aos métodos tradicionais de ensino aprendizagem. Essa evolução parte da comprovação de que ao solucionar problemas, profissionais de diversas áreas apresentam melhor rendimento (MUNHOZ, 2015, p.123).

A ABP como caminho trilhado por várias áreas do ensino teve grande convergência para o ensino superior, foi encontrada em alguns trabalhos de pesquisas no ensino fundamental e médio, porém com raríssimas pesquisas direcionadas para área de educação matemática. Essa expansão fundou-se, sobretudo, no descontentamento em grandes centros educacionais com os métodos tradicionais, que não conseguiam os resultados esperados na formação dos estudantes.

Pode-se citar inúmeras pesquisas em torno da questão, entre elas, Delisle (2000) e Munhoz (2015), no ensino superior, além de Lambros (2004) e Gonçalves e Morais (2011) na educação básica. Todas se firmaram no trabalho com problemas do dia-a-dia, preocupado com a criticidade, a autonomia e habilidades que levam o aluno a resolver problemas, com vistas à superação dos processos tradicionais identificados com a transmissão de conhecimento.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) que passaram a nortear os educadores em sua prática educativa, logo depois da implementação da Lei Federal Nº 9394/96, já se institucionalizava no sistema educacional brasileiro a opção por uma abordagem problematizadora, como se vê, a seguir:

A necessidade de um novo enfoque, a resolução de problemas, na perspectiva indicada pelos educadores matemáticos, possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão a seu alcance. Assim, os alunos terão oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos e procedimentos matemáticos bem como de ampliar a visão que têm dos problemas, da Matemática, do mundo em geral e desenvolver sua autoconfiança (BRASIL, 1997, p.40).

O trecho dos PCN's aí citado indica que, ao nível de organização do sistema educacional, já existia clareza a respeito do papel e da necessidade de uma abordagem que permitisse ao aluno assumir o protagonismo da sua aprendizagem. Mais recentemente a BNCC (2018) também se refere, de maneira mais detalhada, a esta postura:

O aluno deve enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados). Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (BRASIL, 2018, p. 265).

Mesmo com a natureza da recomendação dos PCN's e, agora, com a BNCC, não são muitas as pesquisas e as aplicações que mostram o uso da metodologia ABP na área de educação. Destacam-se alguns autores a seguir, já que teorizam e apontam a metodologia como um caminho para implementação de uma nova forma de ensinar e de aprender.

Dentre eles tem-se Delisle (2000) que define a “Aprendizagem Baseada em Problemas como uma técnica de ensino que educa apresentando aos alunos uma situação que leva a um problema a ser resolvido” (DELISLE, 2000, p.5). A situação problema tem como objetivo criar oportunidades para a aprendizagem; o aluno transforma-se em solucionador de problemas e se prepara para desafios do seu cotidiano. A busca da solução do problema pelo aluno em todo o processo de aprendizagem é objetivada para a aquisição de conhecimentos.

Delisle (2000) analisa também o fato de que “Os professores pensam que a Aprendizagem Baseada em Problemas requer mais trabalho do que o ensino tradicional, porém proporciona mais recompensas, como o aluno mais pensante, facilitando o processo ensino

aprendizagem” (DELISLE, 2000, p.21). Apesar de não ser tão recente, a ABP encontra-se em fase de estudos e de inovações; sai de onde tudo iniciou, isto é, da área médica, migra para as áreas humanas e, aos poucos, chega na área de exatas, além de ir do ensino superior para a educação básica.

A ABP, ao posicionar o aluno como sujeito principal, participativo, cooperativo e com grande capacidade de desenvolver trabalho em grupo, desenvolve características que são cobradas e esperadas pelo mercado de trabalho e pelo mundo, fora dos muros dos centros de aprendizagem. O professor, na condição de mediador, tem como papel acompanhar e dar segurança aos aprendizes; com maturidade e criticidade analisa as informações colhidas pelo aluno e faz os julgamentos necessários. Nos seus estudos considera ser fundamental uma relação professor-aluno de confiança, sem imposição, em que o aluno se sinta motivado a construir o conhecimento, o que torna a escola um ambiente mais atrativo. Munhoz (2015) reforça a concepção de Delisle (2000), anteriormente discutida, ao dizer que a ABP

[...] é utilizada no desenvolvimento simultâneo de problemas e seguindo estratégias determinadas como as mais indicadas para sua resolução. Durante o processo o aluno desenvolve habilidades e conhecimentos que resgatam seu senso crítico, sua criatividade, sua iniciativa, aspectos que o colocam como um solucionador de problemas (MUNHOZ, 2015, p.134).

Ou seja, o aluno deixa de lado seu papel passivo, de mero ouvinte, em que na maioria das vezes a fala de seu professor entra em um ouvido e sai pelo outro sem que seja construído o conhecimento, muito observado na abordagem metodológica tradicional. Isso resulta que, a todo instante, seja nos corredores ou nas salas dos professores, as frustrações e insatisfações tanto dos professores quanto dos alunos se manifestam em forma de indisciplina e de resultados pífios. Tal situação aponta para a necessidade de mudanças e de intervenções.

Lambros (2004) também contribuiu com estes estudos, conforme se vê em seu posicionamento sobre a ABP<sup>2</sup>:

PBL é um método de ensino baseado no princípio de usar problemas como ponto de partida para a aquisição de conhecimentos. Fundamental para sua eficácia é o uso de problemas que criam um ambiente que põem em conta novas experiências, aquisição de novos conteúdos e o reforço do conhecimento existente. Situações que estão no mundo real dos alunos, estes recebem um papel específico, que aumenta sua propriedade na resolução de problemas (LAMBROS, 2004, p.1-2).

Chama atenção no posicionamento de Lambros (2004) o fato de que o uso de situações pertencentes ao mundo real dos alunos aumenta a propriedade da ABP de favorecer a resolução

---

<sup>2</sup> Na citação, Lambros usa a sigla PBL como equivalente à ABP, dada a expressão, em inglês, *Problem-Based Learning*.

do problema por eles. Esse é o ponto de partida e a aquisição de conhecimentos e/ou reforço do conhecimento existente, o ponto de chegada do processo. Entre um e outro momento observa-se que as trocas de experiências desenvolvidas por meio da gestão do conhecimento entre os participantes do grupo, faz com que a ABP se mostre com uma abordagem que contempla sempre a inserção de novos conhecimentos por intermédio da interação entre os participantes.

Mas, há de se atentar para o que diz Carlesso (2008), acerca do que significa “experiência” neste contexto: “Experiência somente é verdadeiramente experiência, quando as condições objetivas se acham subordinadas ao que ocorre dentro dos indivíduos que passam pela experiência” (CARLESSO, 2008, p.83). Com isto, pode-se dizer que a problematização é importante etapa em termos de relação dialógica na relação professor-aluno porque ela abre espaço para esta imersão do aluno que lhe permite viver sua experiência e não apenas se colocar diante de um problema definido de cima para baixo, de fora para dentro.

Procede-se a uma discussão preliminar por meio da qual se identificam situações que afetam a vida dos alunos e o problema potencial aí presente; a formulação da pergunta que vai nortear os estudos nos grupos já contempla a interação, fator importante nesta abordagem para aprender. Quanto mais pertencente à esfera real da vida dos alunos maior a probabilidade de interesse, envolvimento e participação deles.

Essa troca de experiências não se dá de maneira instantânea, mas no contexto de um movimento cujas etapas têm, cada uma, suas próprias especificidades sempre num sentido de dentro para fora. Trata-se de uma dimensão colaborativa que vai da estruturação do problema à solução obtida; este processo ensina conteúdo, habilidades, respeito e convivência. Daí a importância, na ABP, do trabalho em grupo. Ao mesmo tempo em que o aluno busca resolver o problema apresentado, pratica hábitos de convivência como ouvir e ser ouvido; concretizam-se neste fazer objetivos conceituais, atitudinais e procedimentais.

Por isso, os estudiosos se interessam e recomendam a adoção da ABP desde as séries iniciais do EF, conforme defende Gonçalves e Morais (2011); ao explicar seu ponto de vista o autor reafirma todas as vantagens que vê na ABP, quais sejam:

A estratégia de ensino e aprendizagem baseada em problemas é uma estratégia formativa através da qual os alunos são confrontados com situações problemáticas e pouco estruturadas, para as quais se empenham em encontrar soluções significativas.[...] podemos observar que a essência da aprendizagem baseada em problemas tem o aluno como centro, com uma exploração de uma aprendizagem colaborativa, onde os participantes desenvolve o seu conhecimento em grupo, e os problemas são resolvidos coletivamente, sendo que a apresentação da solução do problema em seu estágio final, produto de um trabalho colaborativo, apresenta-se um dos integrantes que é responsável para delinear os aspectos principais da solução obtida, nesta apresentação cada

participante é responsável por algum aspecto da solução obtida. (GONÇALVES; MORAIS, 2011, p.1574).

A ênfase dada à aprendizagem colaborativa e, de modo especial, à solução do problema como integradora de soluções e pontos de vista individuais dos membros do grupo, aparece também em Cyrino (2009), quando o autor afirma que “Em nossa sociedade de conhecimento, é impossível que um indivíduo sozinho domine todo o saber e disponha de todas as competências, o que aponta e reforça a necessidade de cooperação e compartilhamento de conhecimentos entre as pessoas” (CYRINO, 2009, p.65).

Os alunos estão cansados do copiar (*control c*) e colar (*control v*) do quadro para o seu caderno na sala de aula, bem como do monólogo sem fim do professor. O professor está sempre frustrado com o produto final observado nas avaliações e na queda de braço professor aluno durante as aulas. Diante deste cenário, a ABP se apresenta como alternativa à escola tradicional, que tem preservado seu objetivo de formar alunos acumuladores de informações, que repetem e memorizam fórmulas e conceitos, registram palavras sem compreendê-las e que não fazem jus a necessidades que o mundo atual lhes cobra, o que pressupõe que o aluno possa aprender indefinidamente por conta própria. Neste sentido, Munhoz (2015) defende que:

Aprendizagem que se adapta ao contexto de uma nova sociedade onde as mudanças acontecem de forma abrupta e emergencial altamente acelerada e imprescindível em seu desenvolvimento parece encontrar na aprendizagem baseada em problemas uma nova maneira de engajar alunos e formar egressos com competências e habilidades mais próxima daquilo que o mercado exige (MUNHOZ, 2015, p.124).

Esta nova sociedade constitui-se de um ambiente rapidamente mutável. A escola também deve estar em contínuo estado de alerta para adaptar seu ensino, seja em conteúdo ou em metodologia, à evolução destas mudanças, que afetam tanto as condições materiais de vida como do espírito com que os indivíduos se adaptam a tais transformações. Parra et al. (1996) afirma que se a escola descuida e se mantém estática ou com movimento vagaroso em comparação com a velocidade externa ela se afasta da realidade, o que conduz os alunos a se sentirem pouco atraídos pelas atividades de aula e, assim, buscarem por outros meios os conhecimentos necessários para compreender, à sua maneira, o mundo externo, que percebem diretamente ou através dos meios de comunicação (Parra et al.,1996, p.11).

A ABP coloca-se, pois, como superação da postura tradicional em que o educador é o ator principal e com seu monólogo reduz o aluno a mero ouvinte que só consegue ser um mero repetidor do que ouviu. Como sintetiza Freire (2005) “em lugar de comunicar-se, o educador



faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem passivamente, memorizam e repetem” (FREIRE, 2005, p. 80).

Na base de novos paradigmas metodológicos, segundo Freire (2005) situam-se mudanças da leitura de homem e de mundo, da concepção de educação e de ensino, bem como da concepção de aluno e professor. Mudanças metodológicas sem se aprofundar nos pressupostos que as sustentam não resistem aos primeiros embates da prática no cotidiano escolar. De modo especial precisa-se da descoberta pessoal, por parte do professor, acerca de como fazer a transição da teoria para uma prática pedagógica que proclama o aluno como sujeito da aprendizagem. Da clareza que se aí constrói é que surge o aluno como sujeito ativo, que passa a atuar de maneira autônoma e criativa, em substituição a uma escola transmissiva e expositiva.

Assim, a questão passa a ser não mais aprender coisas prontas e acabadas, mas sim aprender a aprender, aprender a pensar, aprender a ser, para assim assumir ser o dono do seu processo de construção de conhecimento. Segundo Munhoz

A principal e necessária mudança é a mudança do ensino centrado no professor que cria um fluxo de comunicação com o aluno, apoiando apenas no seu conhecimento. É um posicionamento que compromete o pensamento crítico dos alunos, que apenas recebe informações, sem que nenhuma proposta de formação esteja embutida no processo. A aprendizagem baseada em problemas rompe com estruturas arcaicas do ensino tradicional (MUNHOZ, 2015, p.104).

Neste contexto de mudanças radicais e aceleradas da sociedade atual uma das maiores aliadas da ABP são as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), por meio das quais o aluno encontra novos caminhos que o orientam no processo de aquisição e construção do conhecimento. As TIC's têm se mostrado uma ferramenta importante para dar suporte a todo processo mais autônomo de busca do conhecimento em um mundo cada vez mais conectado.

Toda a reflexão desenvolvida até aqui converge para o reconhecimento de que não há aprendizagem sem que o aprendiz seja o sujeito principal do processo. Daí a necessidade de mudanças que redefinam tanto o papel do professor como do aluno. A comparação estabelecida no Quadro 1 que se segue, favorece uma visão em síntese do que tais mudanças significam e como o ambiente de aprendizagem participa deste processo.

**Quadro 1**– Características dos métodos tradicionais e da ABP

<b>Parâmetro</b>	<b>Métodos Tradicionais</b>	<b>ABP</b>
Aluno	Sujeito receptor e passivo	Sujeito ativo
Professor	Transmissor de conhecimento	Mediador e orientador cognitivo
Ambiente	Competitivo e excludente	Cooperativo e colaborativo
Disposição física	Alunos organizados em fileiras	Alunos organizados em equipe
Aprendizagem	Pela memorização, reprodução de informações, mecânica	Pelo raciocínio, descobertas, compreensiva
Problema	Apresentado após a teoria e uma série de exemplos	Apresentado como desafio inicial que motiva, desenvolve a criticidade e amplia conteúdos
Desenvolvimento do conhecimento	Processo prevalentemente individual, informativo, reprodutivo, transmitido pelo professor, apoiado pelo livro didático	Processo prevalentemente em grupo, de descobertas, investigativo, mediado pelo professor, apoiado pelas TIC's
Aulas	Expositivas, centradas no professor	Dialogadas, centrada no aluno
Metodologia	Transmissiva, conteúdos prontos, fixação de conteúdo pela repetição, promove a passividade do aluno pelo protagonismo docente	Ativa, conhecimento acumulado a serviço da construção do próprio e de novos conhecimentos, protagonismo do sujeito aprendente
Avaliação	Somativa, uniforme, privilegia o produto e a devolução de conteúdo específico transmitido pelo professor, que é o avaliador	Formativa, processual, privilegia a tomada de consciência por parte dos sujeitos aprendentes (autoavaliação individual e grupal)
Resultado	Formação de um aluno que reproduz informações, com dificuldade diante de situações novas, individualista, portanto com dificuldade de socialização e de atuar em grupo	Formação de um aluno criativo e capaz de resolver problemas, crítico e autônomo, interativo e participante, capaz de trabalhar em grupo

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2005, p. 48).

Ao examinar a comparação feita no Quadro 1, pode-se visualizar a diferença fundamental entre uma abordagem tradicional da aprendizagem e a abordagem que se defende, por problemas. O paralelo estabelecido dá a conhecer os diferentes aspectos que evidenciam as vantagens da segunda em relação à primeira abordagem descrita. Sabe-se, entretanto, que não existe um dado momento em que se abandona uma postura e adota-se outra. Elas coexistem e se entrecruzam, de modo que ora se constata um trabalho tradicional, voltado para uma redefinição, ora se depara com uma proposta inovadora ainda com resquícios da formação dos quadros docentes de então e dos valores de outras gerações que ainda persistem. A adoção de novos paradigmas, além de condições objetivas, supõe mudanças processuais e conceituais de

dentro para fora por parte de todos os sujeitos envolvidos no processo, isto é, tanto por parte dos professores quanto dos alunos, que levam certo tempo para se consolidarem.

Na ABP tem-se, então, de um lado, o aluno de quem, segundo Munhoz (2015), espera-se que atue (a) como ativo solucionador de problemas; (b) participe de forma ativa no ambiente; (c) engaje-se na atividade de aprendizagem e (d) construa de forma contínua novos significados a partir dos estudos desenvolvidos sobre elevado volume de informações. De outro lado, o professor, de quem se espera que questione, monitore, desafie, mantenha os alunos envolvidos no processo em contínua movimentação e gerencie as dinâmicas de grupo necessárias.

Para tanto, segundo Burke (2003), “vale o princípio geral proposto por Piaget de que ‘o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas’[...] o professor não ensina; ajuda o aluno a aprender” (BURKE, 2003, p.58-59).

Com os pressupostos explicitados nesta primeira parte do capítulo, procede-se na próxima subseção à descrição e detalhamento das etapas da ABP.

## 2.2 DESENVOLVENDO UMA PROPOSTA ABP

Para trabalhar com a ABP, alguns aspectos são relevantes e devem ser considerados na aplicação da abordagem. O aluno, o professor, o problema e o trabalho em grupo são componentes essenciais para seu funcionamento; como já se destacou o papel do professor e do aluno anteriormente, fala-se agora do trabalho em grupo e o papel do problema.

Quanto ao “trabalho em grupo”, na ABP, utilizam-se pequenas equipes compostas, na maioria das vezes, por 8 a 10 alunos e de um mediador, com regras bem claras para o bom andamento das sessões. Segundo Borges et al (2014), os integrantes do grupo têm funções preestabelecidas, quais sejam:

- a) Mediador<sup>3</sup>: professor regente, como conhecedor dos objetivos de aprendizado para cada problema, tem como objetivo principal estimular o processo de aprendizagem e a participação dos alunos. A interferência tem que ser a mínima necessária, fazendo com que o aluno possa ter uma participação mais ativa e significativa.
- b) Coordenador: auxilia a facilitação durante a discussão do grupo (escolhido pelos alunos entre os pares).

---

<sup>3</sup> Na experiência que está na base desta pesquisa, o moderador é o próprio professor pesquisador, auxiliado pelo professor regente.

- c) Secretário: realiza as anotações referentes à discussão (escolhido pelos alunos entre os pares).
- d) Outros alunos: devem participar da discussão sobre o tema-problema proposto.

Neste contexto o mediador não tem o papel de induzir o aluno a uma dada solução do problema para que consiga respondê-lo. A resposta não é o produto final; busca-se o desenvolvimento cognitivo do aluno, que diz respeito ao processo de pesquisa, descoberta, e, principalmente, o trabalho colaborativo e cooperativo desenvolvido no seu grupo. Quanto ao trabalho em grupo no bojo da ABP, Pozo (2002) escreveu:

Quando a organização social da aprendizagem favorece a interação e a cooperação entre os alunos para fixar metas conjuntas e buscar em comum meios para alcançá-las, os resultados costumam ser melhores do que quando as tarefas se organizam de modo individual, quando cada aluno encara as tarefas sozinho, competindo, de modo explícito ou implícito, com os outros colegas. Cooperar para aprender costuma melhorar a orientação social dos alunos, além de favorecer a aprendizagem construtiva, a reflexão e a tomada de consciência sobre a própria aprendizagem (POZO, 2002, p.99).

O papel do mediador (isto é, do professor) possui extrema importância para garantir que esse tipo de trabalho coletivo e cooperativo não se restrinja a uma atuação individual e competitiva no interior do grupo. Os alunos não podem apenas atuar juntos, mas precisam trabalhar em comum. São parceiros e companheiros em busca do conhecimento e precisam desenvolver habilidades de comunicação, trabalho em equipe e respeito aos colegas. A BNCC (2018), reafirma esta proposta:

A necessidade do desenvolvimento dos estudantes de interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (BRASIL, 2018, p.223).

Não se trata de tão somente vivenciar um passo ou etapa da ABP; esta intensa interação anuncia uma mudança cultural na escola. Quando no grupo prevalecem as trocas e as experiências adquiridas com ações investigativas à procura de conhecimento para a resolução de um problema, cria-se um ambiente altamente colaborativo que, no dizer de Bordenave e Pereira (2002), faz com que a “a solução de problemas implique na participação ativa e no diálogo constante entre alunos e professores. A aprendizagem é concebida como resposta natural do aluno ao desafio de uma situação problema” (BORDENAVE; PEREIRA, 2002, p.10).

Quanto ao “problema”, na ABP ele tem um papel fundamental de inserir o aluno em um mundo de procura e de descobertas, constituindo-se o ponta pé inicial para que o aluno busque

o conhecimento ou aprendido, e que a resolução dele, não seja o fim, mas sim uma forma de apresentar oportunidades de buscas para crescimento e desenvolvimento de uma aprendizagem duradoura. Constitui, então, o primeiro passo do aluno para uma viagem em busca do conhecimento; o problema perpassa as várias etapas até sua solução.

O aluno como protagonista de todo o processo terá, de forma democrática, a oportunidade de escolha do problema que ele deseja investigar. Cabe ao professor como mediador, contribuir para a identificação de uma gama de problemas que promovam a articulação do conhecimento, respeitando-se o eixo do processo curricular em andamento. Munhoz, (2015) diz que:

Quem determina o problema é o aluno, mas ele não o faz sozinho. O professor não chega no ambiente ABP com um problema definido, mas sim com uma série de indicações que servem de orientação para que o aluno faça a escolha e submeta ao professor, não com a intenção de permitir controle, mas sim visando obter orientação segura sobre como direcionar a escolhas de estratégias que determinam o caminho a seguir (MUNHOZ, 2015, p.156).

Se o professor for para o ambiente de sala de aula usar a metodologia da ABP com o problema já determinado, estará colocando em xeque a abordagem, que tem o aluno como agente ativo e não o professor. O professor neste contexto tem o papel de conduzir as estratégias para resolução do problema e mediar conflito e recursos durante o processo. No que diz respeito a escolha do problema, deve respeitar alguns requisitos:

[...]estimular a colaboração, e a solução deve representar um esforço de equipe, destaca-se a necessidade de uma grande quantidade de material sobre o problema disponíveis na grande rede, e em outros meios, este problema deve estar diretamente relacionado com o contexto da vida real, e o problema escolhido deve levar os solucionadores a desenvolver um processo de elaboração de conhecimentos possível de ser identificado e desenvolvido a partir das informações disponíveis. Problemas que possibilite a integração dos conhecimentos, que incentive a aprendizagem independente, e que esteja ligado ao conhecimento prévio do aluno e que estes problemas sejam capazes de despertar o interesse (MUNHOZ, 2015, p.158).

Um motor sempre precisa da primeira faísca para funcionar, juntamente com uma gama de variáveis. Na ABP a primeira faísca é o problema, motivadora, despertadora da curiosidade. A partir daí segue o funcionamento com a participação ativa do aluno em busca da solução e a mediação do professor, que monitora o processo e desafia o grupo todo o tempo. Em todas as etapas da ABP a busca da solução do problema é a grande responsável pela aquisição do conhecimento.

A compreensão do conceito de “problema” envolve reconhecer que “uma situação só pode ser concebida como um problema na medida em que existe um reconhecimento dela como

problema por parte do aluno e na medida em que ele não dispõe de procedimento automático que lhe permita solucioná-lo de forma mais ou menos imediata ” (POZO, 2002, p.254). Para desenvolver a aprendizagem de maneira eficaz e duradoura, o problema deve permitir ao aluno ser o agente pensante, que cria e procura estratégias para a busca da solução. Este problema não deve ter uma resposta imediata, o aluno tem que procurar subsídios para o desenvolvimento da solução e essa procura deve ser transformada em conhecimento.

Na abordagem em discussão o problema, segundo Munhoz (2015), deve apresentar como características: (a) ser motivador e desafiante; (b) ser mal estruturado e não apresentar solução única e que possa ser reformulado; (c) apelar para o natural desejo humano de buscar solução de tudo que possa ser considerado um problema, que deseja mudar com seu estudo; (d) estar relacionado com o contexto da vida pessoal ou profissional dos alunos.

Para compreender a fala de que o problema deve ser mal estruturado recorre-se a Savery et al. (2006) quando o autor diz que “os problemas utilizados na ABP devem ser mal estruturados para que permitam uma investigação livre. Os problemas do mundo real virão sempre mal estruturados” (SAVERY et al., 2006, p.13). É que a partir da solução de um problema pode-se criar ou reformular outros problemas, que condicionem novos conhecimentos. Silver (1993) diz que, “a problematização, refere-se tanto à geração de novos problemas quanto à sua reformulação. E pode ocorrer antes, durante ou após a solução de um problema” (SILVER, 1993, p.87).

Um problema estruturado, já vem com caminhos claros para a busca da solução, não desprezando o conhecimento adquirido pelo aluno em todos os processos educativos. Como exemplo tem-se o cálculo do volume de um aquário que tenha formato de um paralelepípedo retangular. O problema mal estruturado apresenta situações novas, imprevisíveis e que não foram planejadas, aproximando-se dos problemas que se encontram no dia a dia das pessoas; como exemplo, calcular a quantidade de peixes que podem ser colocados neste aquário.

Por isso, Davis (2008), afirma que “A formulação de problema e a solução de problemas andam de mãos dadas, cada um provocando o outro à medida que a investigação avança” (DAVIS, 2008, p.23). Faz parte da ABP trabalhar com problemas mal estruturados, bem como problemas estruturados que podem ser transformados em problemas mal estruturados para responder ao instinto investigativo do aluno. Compreendidos esses pressupostos, cumpre apresentar os 7 passos da ABP, como se faz na Figura 1, a seguir.

**Figura 1** – Os sete passos da Aprendizagem Baseada em Problemas



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir das obras de Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2014, p.81), Munhoz (2015, p.161) e Berbel (1995, p.15-18).

Para que a busca do conhecimento ocorra por meio da ABP, o aluno deve estar atento aos diferentes momentos do processo a serem trilhados para encontrar a solução do problema. Estes momentos aparecem em diferentes obras que contemplam a ABP, como as de Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2014, p.81), Munhoz (2015, p.161) e Berbel (1995, p.15-18), e que foram sistematizados em 7 passos pelo professor pesquisador conforme mostra a Figura 1. Observe-se que predomina na ABP a interatividade nas diferentes etapas do trabalho em grupo. O aluno é responsável de maneira natural por essa interatividade com seu grupo; neste sentido

aprende a respeitar pelo diálogo que se estabelece o conhecimento prévio de cada um e produz seu conhecimento de forma autônoma.

Nogueira (2017) refere-se ao conhecimento prévio como “termo que designa os saberes que os alunos possuem e que são essenciais para o aprendizado. Os conhecimentos prévios dos alunos sempre devem ser considerados pelos professores durante todo o processo de ensino. Para que isso ocorra é preciso planejar situações desafiadoras” (NOGUEIRA, 2017, p.26). Traz como consequência ritmos diferentes de aprendizagem, o que exige um acompanhamento constante do professor para estabelecer uma relação-de-ajuda com vistas à superação de lacunas segundo a necessidade.

Para melhor entender a ABP, daqui em diante são apresentadas, passo a passo, as 7 etapas constitutivas da metodologia adotada na pesquisa.

#### *1ª etapa: escolher e identificar o problema*

Logo após a escolha do problema ligado ao dia a dia do aluno, em consenso e participação com aqueles que fazem parte do grupo, necessita-se que o mediador crie condições para se ter um ambiente motivador para despertar o interesse do aluno. A partir daí ele deve começar a desenvolver o processo ou as etapas, identificando palavras, expressões ou conceitos matemáticos, que não façam parte do conhecimento prévio dos participantes, ou qualquer termo que não se entenda no problema.

#### *2ª etapa: Discussão do problema (definir, limitar e analisar)*

Discutir e analisar o problema de forma conjunta com a participação de todos, com o objetivo de levantar as ideias dos participantes, podendo assim descrever os conceitos que devem ser explicados ou entendidos, pontuando qual o caminho a ser seguido (indicação de pontos importantes).

#### *3ª etapa: Brainstorming*

O *brainstorming* funciona como um termômetro para indicar qual caminho o mediador deve apontar de maneira que não seja o dono do processo, mas apenas um orientador. Godoy (1997) afirma que “O *Brainstorming* é utilizado na elaboração do plano de ação que compreende a determinação das contramedidas para atacar as causas mais importantes, a discussão sobre a eficácia das contramedidas e montagem do plano de ação propriamente dito” (GODOY, 1997, p. 9).

No primeiro momento desta etapa o objetivo é deixar que fique bem aflorado o conhecimento prévio dos alunos e o senso comum, ao formular explicações e buscar respostas para o problema. É um momento de troca de ideias, sem exatidão das informações ou com



preconceitos sobre as ideias sugeridas, em que a discussão constitui pano de fundo para o aprendizado e o amadurecimento dos alunos.

Passando para o segundo momento, todos irão trazer novas informações sobre o problema, resultantes das pesquisas que foram feitas na internet e livros, para rediscutir e chegar a melhor formulação e encaminhamento da resolução do problema.

*4ª etapa: Construir estratégias*

Construir hipóteses, que explicam o problema de forma detalhada, preocupando inicialmente com as questões não resolvidas, como os apontamentos para determinação de atividades de estudo de aprendizagem independente, com a participação do professor e os demais sujeitos do grupo (resumo das explicações).

*5ª etapa: Avaliar estratégias e ações*

Avaliação das estratégias e mudanças necessárias, ideias novas ou que precisam ser estudadas, para que venham alterar condições iniciais para facilitar a solução do problema (formulação dos objetivos de aprendizagem).

*6ª etapa: Estudar individualmente e respeitar os objetivos alcançados*

Buscar o conhecimento de maneira individual, estudando os conteúdos para o preenchimento de lacunas do conhecimento. Importante para a busca da solução do problema é o respeito a todo o processo de busca de conhecimento das etapas anteriores.

*7ª etapa: Resolução do problema, diálogo e discussão*

Apresentação da solução do problema desenvolvida por todo o grupo; cada um fará apontamento sobre aspectos da solução do problema, avaliando e compartilhando o processo de aquisição desses conhecimentos.

A partir do momento que o aluno se insere neste processo, ele se torna o agente principal do seu próprio saber e o seu crescimento se dá a cada fase cumprida e a solução se torna somente um produto final secundário. O que importa é que todo conhecimento adquirido neste processo se dá através da descoberta e procura, pelo aluno, na resolução do problema.

À medida que a compreensão desta abordagem avança, pode-se recorrer ao que Munhoz (2015) considera, para resumir as principais vantagens da ABP:

O trabalho em equipe estimula a comunicação oral. A determinação de estratégias e apresentação de objetivos estimula a comunicação escrita. A apresentação de problemas aproximados da vida real, na área de conhecimento em que o aluno vai desenvolver seus trabalhos, tende a prepará-los como profissionais conhecedores dos problemas do dia-a-dia. O desenvolvimento da solução de problemas durante o desenvolvimento do curso prepara o aluno para enfrentar os desafios que as organizações modernas enfrentam em seu dia a dia, todos esses fatores somam-se para dar uma visão positiva para adoção da PBL (MUNHOZ, 2015, p.115).

Essas vantagens apontadas pelo autor resumem argumentos centrais utilizados pelos defensores da abordagem metodológica em estudo. Em contrapartida, o autor indica também que algumas dificuldades, originadas da formação disciplinar, conteudística e reprodutivista de grande parte dos docentes:

Os alunos estão acostumados aos ambientes tradicionais de ensino e aprendizagem, onde desenvolvem os seus trabalhos na companhia de professores, tidos e assumidos como detentores universais do conhecimento e que trabalham em uma perspectiva reprodutivista do conhecimento e tendem a levar um choque ao desenvolver seus trabalhos em ambientes baseados na solução de problemas (MUNHOZ, 2015, p.128).

Tais dificuldades são reforçadas, no que diz respeito à maioria dos professores, pelo fato de que vêm de uma formação nos moldes tradicionais. Além disso, os pais também consideram mais produtiva a escola que “disciplina” e, para eles, as aulas em que os alunos se movimentam, conversam, interagem, discutem, fogem ao modelo convencional das carteiras organizadas em fileiras e do professor que se põe acima dos alunos, submetendo-os ao seu discurso.

Para superar este quadro o professor precisa se reinventar profissionalmente sob o ponto de vista metodológico; importa reconhecer que “um dos grandes desafios para o professor é a aprendizagem sobre como construir problemas e dar ao aluno a assistência necessária para que ele adquira a habilidade para solucionar problemas” (MUNHOZ, 2015, p.129).

Em consequência, numa metodologia centrada no aluno, alteram-se as tarefas e exigências em comparação com a docência tradicional, pois, aumenta-se “o tempo necessário para a preparação e a implementação, tanto em relação à elaboração do conteúdo a ser disponibilizado aos alunos, quanto à reflexão sobre as dinâmicas e exercícios a serem utilizados em classe” (NOGUEIRA, 2017, p.66).

Antes de finalizar, é preciso trazer para a discussão mais um fator a ser considerado: entender como pode ser feita a avaliação do aluno neste processo de aprendizagem. Em contraposição a uma avaliação punitiva e excludente, num dado espaço de tempo igual para todos os alunos, torna-se necessário quebrar o elo da escola tradicional. Consideram-na mais justa por quantificar o saber do avaliado numa pretensa maior objetividade. Com este pensamento acabam por privilegiar a informação, em detrimento do caráter formativo da educação escolar. Diante disso, destaca-se que

Uma avaliação mais formativa dando menos importância à classificação e mais a regulação das aprendizagens, integrar-se-á melhor às didáticas inovadoras. [...] A avaliação tradicional é uma amarra importante que impede ou atrasa todo o tipo de mudança. Soltá-la é, portanto, abrir a porta a outras inovações (PERRENOUD, 1999, p.76).

Quando Perrenoud (1999) contrapõe à regulação da aprendizagem um papel da avaliação mais convencional, o de classificação, ele o faz sem propor que uma avaliação mais formativa signifique abandonar uma avaliação somativa. Com isto o autor ensina que as duas abordagens avaliativas se completam, mas que a avaliação formativa contribui para mudanças significativas no processo educacional na medida em que reforça a condição do aluno como sujeito da aprendizagem. Essa situação ocorre porque a avaliação formativa trabalha com a autoavaliação, com a avaliação recíproca entre os membros do grupo e, além disso, promove a tomada de consciência sobre a própria trajetória em percursos dados de ensino aprendizagem.

Na ABP o professor, de maneira planejada, pode finalizar o trabalho com os alunos utilizando de critérios que valorizem todo o trabalho e esforço em todas as etapas do processo, agindo de forma até mais justa. Torna-se “necessário que busquem outras formas diferentes para aferir os resultados dos alunos, olhando para outras competências que não sejam somente a da memorização, mas competências como trabalho em equipe, resolução de problema, criatividade e superação de desafios” (NOGUEIRA, 2017, p. 60).

Por isso, as variáveis avaliativas não podem fazer parte apenas do conhecimento do professor; do contrário o próprio aluno pode esperar do professor um sistema de avaliação incoerente com a ABP, em que uma ideia de produto prepondere sobre a ideia de processo. Para evitar equívocos desta natureza o aluno também precisa tomar consciência dos objetivos da avaliação, bem como em quais requisitos ele será avaliado. O Quadro 2 indica elementos a serem considerados na avaliação quando se trabalha com a ABP.

**Quadro 2** – Aspectos a serem avaliados na metodologia da ABP

<b>Conceito</b> <b>Competências</b> <b>Avaliadas</b>	<b>Muito Bom</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Insatisfatório</b>
Participação em todas as etapas				
Trabalho em Grupo				
Relacionamento Interpessoal				
Criatividade				
Superação de desafios				
Comunicação				
Elaboração de novas ideias				
Solução do problema				
Auto avaliação				

Fonte: Adaptado de Nogueira (2017, p.61).

Divulgar, discutir, detalhar e/ou aperfeiçoar a avaliação com os alunos, logo no desencadeamento das atividades, contribui para que se conscientizem e se responsabilizem por uma participação efetiva em sala de aula, o que potencializa as vantagens da metodologia. Os alunos passam a compreender melhor o papel de cada um neste processo, o que possibilita um engajamento que corresponda mais às pretensões da abordagem metodológica e sua filosofia de educação libertadora, emancipadora.

A avaliação nestes moldes deve contar com a observação criteriosa do mediador, que precisa vir preparado para analisar e explanar para o aluno quais competências estão sendo avaliadas, já que se trata de uma avaliação diferente da usual. É necessário que o aluno tenha ciência de seus deveres no processo de avaliação na metodologia ABP. Se o aluno conhece e coloca em prática o que as competências aí arroladas exprimem, mais facilmente cumprirá seu papel e com possibilidade de ser bem-sucedido.

No que se refere aos conceitos utilizados no Quadro 2, fica a critério de cada professor verificar que escala mais corresponde ao que se busca desenvolver no momento dado, cruzando (a) objetivos da metodologia, (b) natureza do problema trabalhado e (c) demandas de cada sujeito aprendente e do grupo de alunos em termos de desenvolvimento cognitivo. Na avaliação do rendimento do aluno os conceitos utilizados deverão refletir a gradação do que o aluno consegue em relação ao que dele se espera, conforme o apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3** – Conceitos a serem utilizados na avaliação de rendimento do aluno

Conceito	Descrição do conceito
Muito Bom (MB)	O aluno desenvolveu muito satisfatoriamente as competências e correspondeu aos objetivos de todas as etapas da ABP.
Bom (B)	O aluno desenvolveu satisfatoriamente as competências e correspondeu aos objetivos de todas e/ou da maioria das etapas da ABP.
Regular (R)	O aluno teve um desempenho mediano em relação às competências e aos objetivos de todas e/ou da maioria das etapas da ABP.
Insatisfatório (I)	O aluno teve um desempenho aquém do desejado em relação às competências e aos objetivos de todas e/ou da maioria das etapas da ABP.

Fonte: Adaptado de <<http://www.etecdeartes.com.br/index.php/etec-de-artes-secretaria/47-avaliacao>>. Acesso em 22 de set. 2018.

Como se vê, a descrição dos “conceitos e menções” convencionais, ganha uma dimensão na ABP que integra à verificação do conhecimento construído o crescimento pessoal relacionado com as competências e procedimentos, mas também com as qualidades requeridas pelo “aprender a ser e conviver”, indispensável às respostas demandas pela complexidade do mundo atual.

Na próxima subseção deste capítulo, buscou-se articular a ABP com o ensino da matemática na educação básica, ao recorrer a relatos de pesquisas desenvolvidas na educação básica, na área do ensino de matemática, em turmas da Educação Básica.

### 2.3 O DESENVOLVIMENTO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ao procurar pesquisas e artigos que se voltam para a ABP na área de matemática na educação básica, depara-se com pouquíssimos trabalhos. Isso não acontece com a área das ciências biológicas em que se tem um acervo muito grande de pesquisas e artigos que contemplam o uso da ABP. O que se constata é que “apesar de concebido para o ensino de medicina no final dos anos 60, o emprego da PBL tem migrado para outras áreas do conhecimento (incluindo Engenharia) e outros níveis educacionais (fundamental e médio)” (RIBEIRO, 2005, p.8).

No ensino fundamental e médio, observam-se frustrações de professores, supervisores e gestores, que não sabem mais o que fazer para obter resultados satisfatórios no processo ensino aprendizagem. Os alunos demonstram sua insatisfação, não conseguindo desenvolver e aplicar os conhecimentos adquiridos no seu dia-a-dia; em grande parte, isso se reflete em sala de aula sob a forma de indisciplina, não deixando o professor desenvolver seu trabalho.

Aqueles alunos que conseguem se destacar deparam-se no ensino superior com a expectativa, por parte dos docentes, de um aluno maduro, autônomo e crítico, capaz de desenvolver o seu próprio conhecimento. Isso nem sempre acontece, pois sua formação anterior, na maioria das vezes calcada numa prática ou tradicional ou “modernizada”, foge dos parâmetros de uma pedagogia do aluno como protagonista do seu conhecimento. A prática tradicional já foi caracterizada neste estudo; cumpre esclarecer o uso da expressão prática “modernizada”.

Neste estudo, denomina-se prática pedagógica modernizada a adoção de procedimentos próprios de uma prática inovadora, porém que não tem consistência e, portanto, não alcança a

necessária efetividade requerida para a melhoria dos resultados escolares. Trata-se, por exemplo, de metodologias “movimentadas”, porém sem rumo, porque ativista e sem protagonismo dos alunos na construção do conhecimento: “parece” que fugiu da passividade própria da sala de aula tradicional, mas não chega ao engajamento indispensável à construção do conhecimento. Vincula-se a um perfil “tarefeiro”, mais próximo da atividade intelectual mecânica.

Os professores e gestores da educação básica precisam ser responsáveis por criar um ambiente que proporcione mudanças, com ênfase na formação de um aluno pensante, capaz de desenvolver seu conhecimento de forma autônoma. Necessita-se de pesquisas e trabalhos que levem à mudança deste panorama, com aplicação de métodos de aprendizagem ativa, que tornem o aluno a ser detentor do seu próprio conhecimento, ciente de seu papel diante das soluções de problemas que surgem no seu dia-a-dia. A ABP tem características importantes que dão oportunidade de criar bases sólidas para este tipo de aprendizado.

Com as necessidades observadas e levantadas anteriormente, a ABP começa a ser um norte para suprir as carências em relação ao cenário antes descrito. Alguns autores se sentem instigados a aprofundar sobre o assunto, buscando caminhos que façam do ensino da matemática, via ABP, uma solução para quebrar as amarras e desenvolver um novo aprendiz, motivado, capaz de construir seu próprio conhecimento, a partir de infinitas fontes que são oferecidas como, por exemplo, a internet.

Apresenta-se, em seguida, síntese da pesquisa de Leite, Cunha e Schneider (2017), intitulada “A utilização do método Aprendizagem Baseada em Problemas para conhecer e desenvolver hábitos de consumo consciente da energia elétrica no Ensino fundamental”, realizada durante seu mestrado profissional em ensino de ciências e matemática, na Universidade de Caxias do Sul (UCS). Esta pesquisa foi realizada em turmas do 9º ano do ensino fundamental, de uma escola municipal do Rio Grande do Sul. Antes de ser aplicada com os alunos, foram feitas capacitações com os professores das diferentes áreas para que pudessem entender todo o processo da ABP.

Logo após a capacitação feita com os professores das diferentes áreas de ensino, começaram a colocar em prática o uso da ABP, trabalhando com um problema relacionado ao alto consumo de energia elétrica da escola. Todos os professores se mostraram bastante motivados para estudar e levar para dentro da sala de aula a metodologia.

A pesquisa apesar de estar focada na solução de um problema e de utilizar a ABP para resolvê-lo pôs em primeiro plano a formação dos estudantes, com a preocupação de torná-los

conscientes da importância da racionalização do gasto de energia elétrica, bem como mudar a maneira de um aluno enfrentar um problema do seu dia-a-dia de maneira crítica e consciente.

Assim, cada professor, por meio do conteúdo específico de sua área, motivou o aluno para que desenvolvesse seu conhecimento acerca do assunto em questão. O professor de ciências, trabalhou com os tipos de energia; o de geografia com as bacias hidrográficas da região que são geradoras de energia e ainda sobre vantagens do horário de verão. Na área de linguagens, textos referentes a energia e consumo consciente foram lidos e interpretados durante as aulas. Na área de matemática foram realizados cálculos para entender o consumo de energia elétrica na escola, sendo criadas tabelas com os dados relativos ao consumo dos meses de fevereiro a novembro de 2015 para comparar com os registros do ano de 2014. Todo o processo de busca do conhecimento foi feito com auxílio da internet, revistas e livros disponíveis na biblioteca da escola.

Depois de todo esse processo aplicado durante o ano de 2015, além de conseguir um aluno motivado, participativo e engajado na busca do conhecimento, o estudo demonstrou como efeito a redução no consumo de energia elétrica, ou seja, o estudo tocou tanto os alunos que, não apenas foi construído conhecimento como obteve-se mudança de atitude na sua vida. Concluiu-se que a abordagem metodológica adotada, além de desenvolver habilidades e competências cognitivas nos alunos, influenciou a consciência ambiental deles, visto que houve redução no consumo de energia elétrica na escola.

Segundo a análise dos professores, o problema posto pela perspectiva da ABP fortaleceu o vínculo entre todas as áreas da escola, por meio de um trato pedagógico integrador e mostrou que o ensino problematizador foi de grande valia para o desenvolvimento integral do aluno. E o mais importante foi que estes alunos construíram conhecimento de maneira autônoma e contextualizado. Segundo Leite, Cunha e Schneider (2017) “O método PBL possibilitou que os alunos tornassem autônomos e confiantes como agentes pesquisadores e divulgadores do conhecimento” (LEITE; CUNHA; SCHNEIDER, 2017, p.29).

Neste mesmo sentido tem-se a pesquisa de Silva et al., (2016), intitulada “Uma ferramenta para o ensino de matemática utilizando a Aprendizagem Baseada em Problema em um ambiente para educação a distância”, que demonstra a vantagem da aplicação da ABP no ensino da matemática na Educação a Distância (EAD).

Os pesquisadores destacaram a necessidade do trabalho em grupo com, no máximo, 10 alunos, definindo que todo o processo deve ser centrado no aluno e destacando ainda o papel do problema, que deve se apresentar “mal estruturado”, e que não tenha uma resposta pré-

estabelecida para que o aluno buscasse caminhos para resolvê-lo, seguindo os setes passos que caracterizam a ABP.

Neste trabalho de pesquisa, os professores mostraram dificuldade em transpor as barreiras para aplicação dos problemas na metodologia ABP, pois sentiram-se presos ao método tradicional de quando eram aprendizes. E a ABP, com um enfoque bem diferente e com seu potencial de ir além da compreensão dos conteúdos da série do aluno, permitiu que se extrapolasse a busca do conhecimento matemático, por meio de um trabalho com assuntos mais complexos que tornava o aluno um pesquisador.

Os pesquisadores concluíram que a ABP é um método que motivou e estimulou o aluno em seu aprendizado. Quando aplicado à matemática, fez com que o aluno melhorasse a capacidade cognitiva e, em conjunto com a concentração, adquiriu habilidades de autoaprendizagem mais eficaz. Estes pesquisadores chamam a atenção para a necessidade de que todos os educadores, em todas as instâncias educativas, incorporem a ABP em seu método de ensino, sob a forma de experiência que, avaliada posteriormente, conheçam os benefícios que a ABP pode proporcionar ao estudante.

Silva (2015), na pesquisa “Aprendizagem Baseada em Problemas e o *Software* GeoGebra no ensino das funções matemáticas”, a direcionou para o uso do GeoGebra na abordagem da ABP.

De início foi apresentado o GeoGebra para os alunos para que pudessem ambientar, conhecer e desenvolver o *software* na resolução de problemas matemáticos. Foi trabalhada a função simples do 2º grau e a ideia de retas paralelas que, apesar de não ser o enfoque da pesquisa, foi um momento importante para que os alunos entendessem a utilização das janelas de álgebra e de visualização, de modo a dar suporte à aplicação da pesquisa de campo.

Foram apresentadas três atividades, sendo que todas englobam a ideia de funções, sendo que a última trabalhava com construções de gráficos. Apesar de não mostrar o produto final construído pelo aluno em seu trabalho, ele demonstrou a importância do uso do GeoGebra para o ensino de funções na metodologia da ABP. O autor registrou de forma bastante precisa a importância da realização de sua pesquisa: “Utilizou-se a ABP e o método da pesquisa-ação (na aprendizagem da construção e análise de gráficos) num processo de intensa reflexão, que provocou a maior das mudanças, a própria ressignificação de sua prática docente” (SILVA, 2015, p.26).

Silva (2015) destacou a necessidade de outros pesquisadores realizarem novas pesquisas com uso da ABP, pois “nós aprendemos quando compartilhamos experiências” (SILVA, 2015,



p.26); este compartilhamento provoca a troca de ideias e proporciona uma interação importante tanto para a melhoria da educação básica quanto para a ressignificação da prática docente.

Silva e Paula (2009), em sua pesquisa “Abordagem PBL e suas possibilidades no ensino de matemática”, desenvolve a narrativa da busca de uma nova metodologia que ensina o estudante de maneira contextualizada. Além de trabalhar com o cotidiano do aluno, estimula a pesquisa, descoberta e criatividade, além de facilitar a interpretação do mundo em que ele vive. A autora defende que isto se dá porque se trata de uma abordagem que faz a conexão dos problemas que são apresentados na sala de aula com aqueles que surgem no dia-a-dia. A partir da resolução dos problemas, estes alunos se sentiram donos do seu próprio conhecimento e inseridos no seu meio.

Uma característica marcante no seu trabalho é que ela expõe, de maneira clara que, aflora o fato de que o tipo de problema utilizado aproximar o aluno da sua realidade, ele deve vir de maneira mal estruturada. É que os problemas que se enfrentam no dia-a-dia, apresentam-se, na sua maioria desta forma, o que contribui para que o aluno se prepare para enfrentar os problemas seja da vida social ou profissional de maneira natural.

A pesquisadora apresenta dois problemas matemáticos mal estruturados, um relacionado ao consumo de água de uma residência e outro relativo à compra de itens em um supermercado; destaca a dificuldade de trabalhar com a resistência a mudanças e com a presença das próprias emoções que afloram durante todo o processo. Defende que a ABP vai ao encontro do que é demandado pelo mundo em que se vive.

Em sua pesquisa, conclui pela necessidade de uma metodologia onde o estudante esteja próximo um do outro, em que haja troca de conhecimento e de afetividade, e argumenta que a ABP pode ser ou não o melhor método, porém é uma abordagem importantíssima que aponta novos caminhos, contrapondo-se ao método tradicional e mudando o papel do aluno, no processo da aprendizagem.

Resumindo, pode-se dizer que as características comuns em todas essas pesquisas com o uso da ABP, são: o trabalho em grupo, o professor como mediador, a aprendizagem centrada no aluno, o problema como um meio de instigar e motivar o aluno na busca do conhecimento. E o produto final, um aluno ativo, criativo, autônomo, curioso e capaz de resolver os problemas que lhe são apresentados.

Uma vez dados a conhecer os elementos referenciais teóricos, utilizados na realização do estudo, no próximo capítulo apresenta-se a metodologia de pesquisa adotada.

### 3 METODOLOGIA

O caminho proposto para desenvolver essa pesquisa envolveu, inicialmente, caracterizá-la como uma pesquisa qualitativa que, segundo Rey (2005, p. 105), é “um processo aberto, submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos”. Pelos elementos norteadores da pesquisa esta é sua lógica de ação e de investigação.

Ressalte-se que uma pesquisa qualitativa não exonera os dados quantitativos, pelo contrário, trabalha e dialoga com eles na medida do necessário de forma a permitir ao pesquisador condições de desenvolver suas conclusões. Esta proposta de pesquisa qualitativa trabalhou com um público específico; as impressões dos membros do grupo sobre as ações da experiência vivida exigiram buscar compreender a subjetividade dos argumentos deste público.

A revisão bibliográfica sobre o tema permitiu construir fundamentação a partir da qual se elaborou seu referencial teórico. Desde este momento já se delinearam algumas escolhas do professor pesquisador em relação às ações educacionais de Matemática com uso da ABP em função da metodologia de investigação prevista no projeto de pesquisa anteriormente concebido. Teve-se cuidado, entretanto, com a delimitação do conteúdo no sentido de que sua orientação teria que estar de acordo com o ano escolar e o currículo em andamento no contexto da Escola em que se aplicou a proposta.

Considerou-se, como prevê a ABP, que o mais importante não está no produto final e sim em todo o processo ensino aprendizagem como convém a estudos de natureza metodológica. Sob este ponto de vista, o professor pesquisador, como um agente crítico e mediador, precisou ficar atento às dificuldades e aos avanços dos partícipes, de modo a compreender a interação dos alunos neste processo e construir suas próprias conclusões sobre esta abordagem metodológica. A partir desta circunstância e da prática da observação, interação e comunicação, foi possível mergulhar no mundo do entendimento pretendido, discutindo-se experiências e os desdobramentos que permearam a pesquisa.

Também a partir dessa experiência buscaram-se evidências para compreender e discutir a possibilidade de inserção desta nova metodologia na escola de educação básica de maneira mais ampliada, com vistas à melhoria de qualidade do ensino regular.

#### 3.1 O LOCAL E OS SUJEITOS DA PESQUISA

##### 3.1.1 O local

Escolheu-se trabalhar com alunos do 9º ano, o último do ensino fundamental de Escola Estadual, localizada no Bairro Jardim das Palmeiras, situada na cidade de Uberlândia, Estado de Minas Gerais (EMG).

A Escola tem a seguinte estrutura física: 27 salas de aulas, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala de projetos ou sala de recursos, sala de vídeo, biblioteca, sala de orientação e supervisão, sala dos professores, sala da direção, sala da secretária e de recursos humanos, banheiros, cantina, refeitório e quadra esportiva.

Trata-se de uma das maiores escolas do EMG, com 150 funcionários e 1772 alunos, distribuídos em 3 turnos, oferecendo o EF, dos anos iniciais até os finais, o EM regular, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e o projeto telessala “para os alunos de 15 a 17 anos que apresentam pelo menos 2 anos de distorção idade/ano de escolaridade nos finais do ensino fundamental e médio.”<sup>4</sup>

De acordo com o levantamento feito, os alunos da Escola estão distribuídos da seguinte maneira: são 16 turmas do EF no turno da manhã, incluindo a telessala com um total de 495 alunos: o EF, à tarde, conta com 26 turmas, num total de 653 alunos. Já o EM é oferecido de manhã, em 10 turmas, com um total de 341 alunos e, à noite, 4 turmas com 140 alunos; no noturno, funcionam 3 turmas de EJA num total de 143 alunos.

Com relação aos ambientes citados, seguem algumas observações sobre características dos espaços físicos e das condições de trabalho nos espaços mais utilizados para desenvolver a pesquisa:

- (a) a sala de estudo em grupo constituiu um bom espaço físico para porque as mesas são em formato hexagonal e os alunos ficaram mais próximos para a troca de ideias;
- (b) a biblioteca é um espaço físico que tem mesas longas, também um bom lugar para a pesquisa, porém necessita de melhor iluminação;
- (c) o laboratório de informática possui 20 computadores, com sistema operacional Linux; 4 não apresentaram condições de uso. O ambiente, todo climatizado e com um datashow fixo, o que complementou as condições de utilização de recursos tecnológicos;
- (d) apesar disso, o laboratório de informática não possui um responsável que possa auxiliar no seu uso e atendimento. O sistema operacional também dificulta muito tanto o

---

<sup>4</sup> MINAS GERAIS. Resolução nº 2957, de 20 de abril de 2016. **Dispõe sobre A Implantação do Projeto "elevação da Escolaridade - Metodologia Telessala Minas Gerais" Para Os Estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental da Rede Estadual de Ensino.** Diário executivo IOF, MG, 21 abr. 2016. p. 30-30.

trabalho dos professores quanto dos alunos que têm dificuldade de utilizá-lo.

As Figuras 2 e 3 ilustram a descrição do local; são compostas por fotografias de autoria do próprio pesquisador como documento do espaço e equipamentos onde se deu a pesquisa.

**Figura 2** – Laboratório de informática



Fonte: Fotografia de autoria do professor pesquisador.

Como a experiência da ABP foi aplicada a um grupo de apenas 9 alunos, o laboratório de informática satisfaz a necessidade demandada em termos de espaço físico e de equipamentos.

**Figura 3** – Biblioteca



Fonte: Fotografia de autoria do professor pesquisador.

A biblioteca também foi um espaço que atendeu às necessidades da pesquisa, ainda que com certas limitações identificadas, mas que não interferiram em seu desenvolvimento.

### 3.1.2 Os sujeitos

Os sujeitos da pesquisa foram 9 alunos do 9º ano do ensino fundamental, das turmas Amarela do professor Vaedsson, Branca da professora Marina, Azul e Vermelha da professora Estael. São alunos com idade média de 14 anos, sendo 4 do gênero masculino e 5 do gênero feminino. Todos os alunos têm como características comuns, que os trouxeram para este universo da pesquisa, o gosto pela matemática com exceção de Oompa Lompas e também têm como característica estar sempre em busca do conhecimento e de novos desafios.

Estes 9 alunos possuem características próprias elencadas por eles, também observadas pelo professor de matemática regente e pelo professor pesquisador, quais sejam:

- (a) aluna Tata, bastante comunicativa, com habilidades para o conhecimento matemático e tem bastante facilidade de trabalhar em grupo; sonha cursar engenharia;
- (b) aluna Irineu, possui facilidade no entendimento do conteúdo de matemática, consegue interpretar os problemas que são propostos em sala de aula, mostrando-se ser uma aluna responsável porém foi reprovada em matemática no 8º ano;
- (c) aluno Oompas Lompas, possui 15 anos; segundo o professor de matemática tem dificuldade de concentração, mostra uma certa apatia no dia a dia e sempre ligado em tecnologias que não fazem parte do conteúdo que é proposto em sala de aula;
- (d) aluno Zoio, possui 14 anos e foi destaque em todos os processos da aplicação da pesquisa, tanto na participação bem como na troca de informações e interação com o grupo; mostra-se bastante interessado, no ano anterior foi reprovado em matemática;
- (e) aluna Think, tem 14 anos e apresenta um certo bloqueio quanto à aprendizagem da matemática, no entanto tem facilidade de comunicar-se e quando domina o assunto de matemática gosta de fazer apresentações e o seu sonho é fazer a faculdade de artes cênicas;
- (f) aluna Toquinha tem 14 anos é muito esforçada, tem a timidez como marca registrada e está dedicando o seu tempo ao aprendizado de matemática e dos outros conteúdos, o seu desejo é fazer o curso de psicologia;
- (g) aluna Cachinhos, segundo sua fala, não estuda além do que necessita para passar de ano e está sempre reclamando da maneira como são ministrados os conteúdos em sala de aula, quer fazer o curso de direito;
- (h) aluno Serjão, tem a timidez como característica principal e sua trajetória escolar é marcada pelas faltas contínuas durante o ano letivo, apesar de ser um aluno centrado e participativo quando se faz presente. O seu sonho é fazer o curso de engenharia civil;

(i) aluno Rua, tem 14 anos e se destaca por gostar de matemática é bastante participativo; tem certa dificuldade em trabalhar em grupo, quer fazer algum curso na área computacional.

A pesquisa foi direcionada para este grupo de apenas 9 alunos para permitir que, ao se propor esta situação nova, o professor pesquisador tivesse mais facilidade de participar e, ao mesmo tempo, analisar, desafiar raciocínios, orientar e registrar ações.

Observe-se ainda que, em uma pesquisa com caráter qualitativo, a amostra pode ser pequena porque não busca generalizações, mas ajuda a entender as motivações de um grupo, identificar hipóteses para um problema, compreender e interpretar comportamentos e descobrir opiniões e expectativas dos sujeitos<sup>5</sup>. Neste pensamento Dall' Agnol e Trench (1999), justificam que “Se pretende alcançar a profundidade da expressão de cada participante, um grupo pequeno seria mais indicado” (DALL'AGNOL e TRENCH, 1999, p.13).

A escolha dos alunos para composição dos grupos não foi aleatória. Aos três professores de quatro 9º anos do EF da Escola foi solicitado que escolhessem 3 alunos de cada turma; os regentes adotaram o critério de alunos mais participativos ou por serem melhores. Essa situação, foi modificada para o critério de formação de grupo heterogêneo de modo a se aproximar do perfil das turmas regulares. Em seguida, num primeiro encontro apresentou-se a proposta de pesquisa seus objetivos, locais, horários e recursos que seriam utilizados. A Figura 4 documenta este encontro.

**Figura 4** – Apresentação do projeto de pesquisa aos alunos



Fonte: Fotografia de autoria do professor pesquisador

<sup>5</sup> FRANKENTHAL, Rafaela. **Pesquisa quantitativa e qualitativa qual é a melhor opção?** 2016. Disponível em: <<https://mindminers.com/pesquisas/pesquisa-qualitativa-quantitativa>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

Já neste primeiro encontro, além de algumas informações de caráter prático acerca da experiência da qual participariam, o professor pesquisador, uma das professoras da Escola e alunos que passariam a compor o grupo participante da pesquisa se inteiraram do sentido da ABP frente ao que se designa de metodologia tradicional.

### 3.2 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE PESQUISA

O professor pesquisador sequenciou 7 etapas, abstraídas de seus estudos sobre a ABP enquanto metodologia, e as relacionou para se constituírem o procedimento mais amplo adotado nesta investigação. As etapas sequenciadas e acontecidas foram:

- 1ª etapa: Escolher e identificar o problema;
- 2ª etapa: Discutir o problema (definir, limitar e analisar);
- 3ª etapa: Usar o *Brainstorming*;
- 4ª etapa: Construir estratégias;
- 5ª etapa: Avaliar estratégias e ações;
- 6ª etapa: Estudar individualmente e respeitar os objetivos alcançados;
- 7ª etapa: Resolver o problema, dialogar e discutir

Para colher e documentar os dados da pesquisa, foram usados os seguintes instrumentos: questionários, entrevistas, observações diretas, filmagens e gravações. As atividades foram desenvolvidas no laboratório de informática, na sequência dos “sete passos” da ABP, segundo elaboração do professor pesquisador. Cumpre referenciá-los brevemente a fim de que se dê a conhecer motivos e objetivos da variedade de instrumentos utilizados neste estudo. Quivy e Van Campenhoudt (2005) definem o questionário como:

Um instrumento de recolha de dados, baseado numa sequência de questões escritas, que são dirigidas a um conjunto de indivíduos envolvendo suas opiniões, representações, crenças e informações factuais, sobre eles próprios e o seu meio, que se presta bem a uma utilização pedagógica pelo caráter muito preciso, formal, pela construção e da sua aplicação prática. Destaca-se o papel do inquiridor, de criar nas pessoas interrogadas uma atitude favorável, a disposição para responderem francamente as perguntas” (QUIVY; VAN CAMPENHOUDT, 2005, p.188).

O questionário é um instrumento adequado para a ABP porque permite captar o posicionamento daqueles que são os sujeitos da pesquisa frente ao objeto de estudo. Já a entrevista, Quivy e Van Campenhoudt (2005) a concebem como “aplicação dos processos

fundamentais de comunicação e interação humana. Corretamente valorizados estes processos permitem ao investigador retirar das entrevistas informações e elementos de reflexão muito ricos e matizados” (QUIVY; VAN CAMPENHOUDT, 2005, p.191-192).

A essa forma de obtenção de dados somaram-se a observação e acompanhamento dos grupos e de cada sujeito durante a aplicação da ABP no ensino da matemática na educação básica. Quivy e Van Campenhoudt (2005), analisam a observação direta nos seguintes termos:

Que constituem um método de investigação social que captam os comportamentos no momento em que eles se produzem em si mesmo, sem mediação de um documento ou de um testemunho, onde o problema está marcado no registro, o investigador não pode confiar unicamente na sua recordação dos acontecimentos apreendidos (ao vivo) dado que a memória é seletiva, eliminatória uma grande variedade de comportamentos cuja a importância não fosse imediatamente aparente. Como nem sempre é possível, nem desejável tomar notas no próprio momento a única solução consiste em transcrever os comportamentos observados imediatamente, após a observação na prática trata-se uma tarefa muito pesada (QUIVY E VAN CAMPENHOUDT 2005, p.196).

Para complementar e dar consistência ao que se obteve por meio dos instrumentos referidos, acrescentaram-se as filmagens e gravações, como meio de análise pontual de cada momento. Assim os detalhes não se perdem com o tempo; constituem, pois, instrumentos de grande valia para os dados da pesquisa. Flick (2009) afirma:

Documentos são todos aqueles que possuem um padrão de produção e que alguém os produz com algum objetivo e algum tipo de uso. Ampliamos também para registros de produção dos alunos, que serão analisados de forma atenciosa para indícios de aprendizagem matemática e científica na forma de registros digitados ou em forma de imagem” (FLICK, 2009, p.233).

Durante as filmagens e gravações os acontecimentos foram observados e registrados em forma de anotações. Tudo isso se somou aos dados colhidos pelos dois questionários e uma entrevista. O primeiro questionário (Apêndice A) foi aplicado com a finalidade de conhecer a realidade do aluno quanto ao uso e o acesso às TIC's e como ferramenta auxiliar das aulas ministradas pelo professor com vistas ao aprendizado da matemática em sala de aula. Com o segundo (Apêndice B) buscou-se conhecer a opinião do grupo quanto à aceitação ou não do uso da ABP. Completou-se com a entrevista em busca de considerações pontuais acerca da aplicação da pesquisa, com o objetivo de entender o processo desenvolvido na voz e olhar dos atores.

Além disso, as notas de campo foram de grande importância no processo de registro dos acontecimentos, já que a construção dessas notas de campo, tem como objetivo registrar as diferentes informações descritivas e reflexivas incorporadas no decorrer da pesquisa, para possibilitar uma análise de maneira ampla sobre o estudo da metodologia ABP ao final.



Quanto às fotografias, Duarte e Barros (2006) afirmam que elas “têm sua mensagem subjetiva, que expressa características importantes do olhar do pesquisador e serão analisadas e utilizadas de acordo com o tipo de intenção daquela mensagem visual ou, ainda, da comunicação em que ela se insere” (DUARTE; BARROS, 2006, p.339).

A ABP necessita de um olhar clínico e reflexivo imediato do professor, analisando os indícios da evolução da aprendizagem matemática, daí o uso de instrumentos e procedimentos que documentaram todos os momentos.

### 3.3 COMITÊ DE ÉTICA

A realização de toda pesquisa se deu com critérios éticos; antes de ir a campo foi preciso submeter o projeto para avaliação no Comitê de Ética e Pesquisa da instituição à qual se vincula o pesquisador. Assim, seguindo a legislação, o projeto intitulado “Matemática, Aprendizagem Baseada em Problemas: metodologia inovadora no 9º ano do Ensino Fundamental de uma Escola Pública”, CAAE nº 86218618200008058, foi submetido, no dia 23 de março de 2018 ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Goiás (UFG). No dia 16 de abril de 2018 o projeto recebeu seu parecer e foi aprovado para realização da pesquisa.

A execução do projeto contou com a anuência da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEEMG), via Superintendência Regional de Ensino (SRE), sediada em Uberlândia, por intermédio de Jakes Paulo Félix dos Santos e da Escola Estadual por intermédio de Fernando Ferreira de Sousa. Além disso, os participantes desta pesquisa, voluntariamente concordaram participar, o que está registrado nos Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos alunos, seus responsáveis e professores envolvidos. Assim, todos os dados produzidos seguiram as normas éticas de pesquisa.

Compreendida toda a metodologia da investigação realizada, no próximo capítulo, o material obtido será analisado, com vistas à discussão deste estudo.

#### 4 APLICAÇÃO, ANÁLISE DO MATERIAL COLETADO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O fato de se tratar de uma pesquisa qualitativa que não exonera os dados quantitativos, fez com que neste capítulo se integrassem o “analisar e refletir” acerca de todos os elementos e dados que se entrecruzaram na aplicação das técnicas e dos instrumentos de pesquisa.

Tornou-se, assim, fundamental a vivência da metodologia proposta, documentada pelos registros dos próprios alunos. Complementarmente, dados e informações resultantes de observações, interpretação de ocorrências, aplicação de questionários e depoimentos ofereceram mais elementos para a discussão dos resultados. Neste material é que se encontra a voz daqueles que foram os sujeitos desta investigação.

Verificou-se assim se o uso da ABP com o apoio de recursos computacionais criou um ambiente de aprendizagem motivador, capaz de favorecer o crescimento dos alunos em termos de como cada um organizou seu próprio caminho de construção do conhecimento, de acordo com o objetivo definido para a pesquisa.

Este capítulo compõe-se, então, de duas subseções: na primeira, relata-se como a investigação se desenvolveu e, na segunda, discutem-se os resultados da aplicação da ABP. A Figura 5 ilustra a fase de exploração e descoberta do tema-problema desta pesquisa.

**Figura 5** – Exploração e descoberta



Fonte: Fotografia de autoria do professor pesquisador.

Observe-se o quanto a linguagem corporal dos alunos indica o envolvimento de cada um com o que procura no momento inicial das atividades, ou seja, o interesse em explorar e fazer descobertas em relação à temática. Despertar o interesse pela problematização de aspectos que interligam o conteúdo com o cotidiano dos alunos constitui o ponto de partida de uma metodologia que pretende concretizar a ideia de que o aluno é o sujeito da aprendizagem.

#### 4.1 A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NESTA PESQUISA

Nesta subseção, descreve-se o acontecido para desenvolver a ação ABP, isto é, os sete passos seguidos pelos alunos de acordo com a metodologia que lhes foi proposta (Apêndice D).

Todas as ações para realização da pesquisa foram feitas durante 5 semanas do mês de setembro e outubro, no período extra turno, às sextas-feiras, das 13h30min às 16h30min para que não prejudicassem as aulas dos outros professores. Com intervenções às terças e quintas-feiras, das 10h às 11h30min, no total foram 30 horas de aplicação da pesquisa, com a utilização das ferramentas disponíveis na escola.

Na execução da *atividade 1*, o problema foi identificado e escolhido no banco de itens do SIMAVE (MINAS GERAIS, 2016, p.1) e encontra-se no (Anexo A). O conteúdo contempla o planejamento dos professores do 9º ano do ensino fundamental, onde são apontadas as habilidades a serem desenvolvidas, como resolver e elaborar problemas que envolvam volumes de prismas, inclusive com o uso de expressões de cálculo em situações cotidianas. Este problema estruturado foi reformulado para um problema mal estruturado e contextualizado, transformando-se em um problema com características próprias da ABP.

Na *atividade 2*, o problema emergiu da necessidade dos alunos de diminuir em 5 cm a quantidade de água abaixo da borda do aquário para que o peixe não “suicidasse”. Essa ideia foi apresentada pelos alunos durante a finalização da atividade 1 e aceita pelo mediador, imaginando que poderia levar a outros caminhos a serem analisados, como o desenvolvimento do estudo de porcentagem.

Já na *atividade 3* construiu-se um problema, observando a necessidade de se ter um problema mal estruturado com uma problemática que fizesse parte do cotidiano de cada um, e apresentasse a chance de interpretações matemáticas e desenvolvimento do conhecimento sob a tutela da ABP e com características interdisciplinares.

Por fim, na *atividade 4*, montou-se um problema mal estruturado que representa uma situação que pode fazer parte do dia a dia de qualquer pessoa, que poderia levar a estudos e conhecimentos matemáticos. Privilegiou-se trabalhar com a interpretação de mundo e de coisas que estão ao redor dos sujeitos envolvidos.

Assim, o grupo elaborou atividades para que, com o apoio das TIC's, e junto com o mediador, desbravassem os problemas escolhidos, usando a ABP. Reproduz-se, a seguir, o registro do relato original de como as atividades aconteceram.

### **Atividade 1**

*Nesta atividade trabalhou-se com um problema estruturado, retirado do banco de itens do SIMAVE (Anexo A): um aquário tem formato de paralelepípedo retangular e suas dimensões são, 100 cm, 40 cm e 50 cm. Sabendo que  $1\text{ cm}^3$  equivale a 1 ml, a capacidade máxima, de água que pode ser colocada nesse aquário será de quantos litros?*

*Os alunos foram estimulados, a partir deste problema, a desenvolver novos questionamentos, como, por exemplo: “Em um aquário com este volume, Anderson quer colocar 5 peixes ornamentais, acará bandeira, será possível? E quantos peixes ornamentais de outras espécies poderá colocar?”*

### **Atividade 2**

*Em um aquário para que o peixe não corra o risco de pular para fora, e sabendo que a água deve ficar 5 cm abaixo da borda do aquário e utilizando os dados do problema anterior. Responda:*

- a) *Qual será o volume de água que deve ser colocado no aquário?*
- b) *Quantos peixes acará bandeira de mesmo tamanho, utilizados no problema anterior, podem ser colocados neste aquário?*

*Este problema da atividade 2 foi colocado depois de ser observado que o aquário não poderia ficar cheio até as bordas, levando a novas reflexões e conclusões.*

### **Atividade 3**

*Em uma residência, vivem o casal Eduardo e Marina e seus filhos Caio e Ana. Eduardo está sempre reclamando, pois, a conta de energia elétrica está pesando bastante no orçamento familiar. Procuraram então uma solução, resolveram diminuir o uso do Vídeo Game. Eduardo notou que o aparelho ficava ligado, em média de 4h/dia, passou para apenas 1h e 30 minutos. Porém os banhos diários de Caio e Ana continuaram 35 minutos cada um. Eduardo agiu de maneira correta, buscando economia na sua conta mensal?*

### **Atividade 4**

*Sr Lílio e Raul discutem quais das tintas seriam melhor para efetuar a pintura de uma área de  $640\text{ m}^2$ . Sendo que a loja dispõe para a venda, a tinta de 1ª linha, 2ª linha e 3ª linha, com os respectivos preços, R\$ 280,00, R\$ 200,00 e R\$ 180,00 a lata de 20 litros. E que o rendimento da 1ª linha é 35% a mais que o da 3ª linha e da 2ª linha é 20% a mais do que da 3ª linha. Qual seria a melhor escolha?*

Esses desdobramentos foram trabalhados com uma ação da ABP, por meio de estudos de modelos matemáticos capazes de orientar os alunos na construção de solução para as novas inquietações. Nesta experiência com a ABP, desenvolveu-se uma sequência didática, em que os alunos procederam à resolução de problemas, com utilização dos conteúdos de matemática e geometria, discussão dos problemas referenciados pelo dia-a-dia deles e também pelo planejamento do 9º ano, de acordo com a BNCC.

## 4.2 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A voz do aluno se fez ouvir pela tomada de decisão pelos grupos, acontecida em cada uma das atividades e que se encontra documentada nesta subseção, (a) pelo preenchimento das fichas de desenvolvimento do problema (4.2.1) e (b) pela resposta aos questionários (4.2.2). A tomada de decisão do grupo, envolveu discussão, levantamento de ideias, análises e registros do que fariam: (a) em cada atividade e (b) em cada passo da sequência da ABP nas 3 atividades.

O posicionamento do aluno se reflete nos desdobramentos que resultaram da troca de informações, da interatividade no grupo e, principalmente, da busca de conhecimento com uso das tecnologias existentes no ambiente escolar. Com e dos registros das atividades e das observações feitas, por exemplo, é que se “escutou” o posicionamento do aluno sob o ponto de vista de sua receptividade, envolvimento, interesse, centralidade de ação e participação nas atividades. Além disso, os alunos se posicionaram de maneira direta, ao responderem aos questionários e darem seus depoimentos, ao se manifestarem na questão aberta do último questionário.

### 4.2.1 Registros das fichas de desenvolvimento da ABP

#### 4.2.1.1 Atividade 1

Para coordenador, o grupo escolheu o aluno Zoio, e para secretária a aluna Toquinha; os outros membros do grupo tiveram a responsabilidade de participarem preocupados com o bom andamento do processo de resolução do problema durante as discussões.

Foram apresentados os três problemas: o primeiro trabalhando com o volume de um aquário, o segundo de energia consumida em uma residência e o terceiro da escolha das três tintas para pintar uma certa área.

Na primeira etapa da ABP, “escolher e definir o problema a ser resolvido”, o aluno Oompas Loompas logo quis resolver o problema do cálculo do volume de um aquário, dadas as três dimensões, dizendo que seu professor de matemática tinha trabalhado esse conteúdo em sala. A aluna Isa quis saber se “o problema de energia consumida, não seria um problema de Física” e, logo de início aprendeu que “a matemática é uma ferramenta utilizada para a resolução de problemas, inclusive físicos”, aprendendo também que uma característica presente na ABP é esse poder de aproximação das disciplinas. O mesmo acontecendo no caso da energia que está presente em diferentes disciplinas, podendo ser trabalhada na física, biologia, química, português, com problemas que, muitas vezes, podem ser tratados de maneira interdisciplinar com a matemática. De comum acordo, escolheram o problema do cálculo do volume de um aquário (FIGURA 6) e definiram que depois, queriam estudar o problema da energia consumida da residência, por ser um problema tão presente na vida de cada um.

**Figura 6** – Escolha do problema da atividade 1

Etapas	Desenvolvimento do problema
1º- Escolher e identificar o problema	<p>Problema do aquário de formato de um paralelepípedo retangular. Calcular a capacidade de litros de água que podem ser colocados nesse aquário.</p>

Fonte: Elaboração do grupo

Um aquário tem o formato de um paralelepípedo retangular e suas dimensões são,  $40\text{cm}$ ,  $100\text{cm}$ ,  $50\text{cm}$ . Sabendo que  $1\text{cm}^3$  equivale a  $1\text{ml}$ , a capacidade máxima de água que pode ser colocada nesse aquário será de quantos litros? Em um aquário com este volume, Anderson quer colocar 5 peixes ornamentais, acará bandeira. Será possível? E quantos peixes ornamentais de outras espécies poderá colocar?

Após a escolha do problema, começaram imediatamente a segunda etapa da ABP, a discussão do problema. Isto aconteceu com o levantamento de ideias e conceitos a serem explicados. Todos participaram ativamente deste momento, com destaque para as ideias e argumentos da aluna Irineu e Tatá, momento que demandou também leituras para

esclarecimento e mais informações, finalizando assim essa segunda etapa. Os elementos que os alunos registraram a partir desta etapa estão contidos na Figura 7, que se segue.

**Figura 7** – Discussão do problema da atividade 1

<p>2º - Discussão do problema (Definir, limitar e analisar)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Levantar ideias</li> <li>➤ Conceitos que devem ser Explicados.</li> </ul>	<p>→ Calcular o volume em <math>\text{cm}^3</math></p> <p>→ Transformações e relação entre unidade de medida de volume e capacidade</p> <p>→ Transformações de capacidade mililitros (ml) em litros (l)</p> <p>→ Se o aquário com volume encontrado cabem 5 peixes acará bandeira e quantos poderão ser colocados?</p> <p>→ E peixes de outras espécies quantos poderão ser colocados nesse aquário.</p>
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

Passou-se para a *terceira etapa, a do Brainstorming, ou chuva de ideias*; o debate funcionou como um termômetro e o mediador contribuiu para se saber qual caminho seguir. Oompas Loompas disse que sabia a fórmula do volume para calcular a quantidade de água,  $V = a \cdot b \cdot c$ ; lembrou-se da tabela de transformação de unidades, mas não soube explicar como faria as transformações. Irineu sugeriu o uso da regra de três no cálculo da quantidade de água que um peixe acará bandeira necessita, dado o seu tamanho e explicou como usar a regra de três. Entendido o papel da regra de três neste caso, Oompas Loompas sentiu-se motivado: “agora vou procurar aprender”! Na intensa troca de informações valorizou-se o conhecimento prévio dos alunos, isto é, os saberes de cada um. Na Figura 8 registram-se os resultados dessa etapa.

**Figura 8** – Brainstorming da atividade 1

<p>3º - Brainstorming (Chuva de ideias)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Saberes de cada um</li> </ul>	<p>Para o cálculo do volume sera usado a fórmula do paralelepípedo retângulo, usando, comprimento (a), largura (b) e altura (c), dado por</p> $V = a \cdot b \cdot c$ <p>→ usar regra de três</p>
--	---

Fonte: Elaboração do grupo

Na quarta etapa o grupo apontou estratégias para a resolução do problema, com a fórmula para calcular o volume em  $cm^3$  e logo depois, transformou o volume em  $ml$ ; chegou-se à capacidade máxima em litros ( $l$ ). Com essa capacidade ali caberiam e viveriam em harmonia 5 peixes acará bandeira? Na Figura 9, as estratégias e hipóteses dessa etapa.

**Figura 9** – Construção de estratégias e hipóteses da atividade 1

<p>4º - Construir estratégias</p> <p>➤ Apontamentos para atividades de aprendizagem individual</p>	<p>Usar a fórmula para calcular o volume.</p> $V = c \cdot l \cdot h$ <p>Onde o volume é igual o produto das três dimensões: comprimento (<math>c</math>), largura e altura.</p> <p>→ Transformar <math>cm^3</math> em <math>ml</math> como é proposto no problema</p> <p>→ Usar a transformação de capacidade mililitros (<math>ml</math>) para litros (<math>l</math>)</p> <p>→ Encontrar o volume em litros</p> <p>→ Procurar a quantidade ideal de peixes acará-bandeira para o volume de água encontrado.</p> <p>→ Buscar uma relação entre peixes e litros (massa/litro ou comprimento/litro).</p> <p>→ Procurar a quantidade de peixes ornamentais de outras espécies para o volume encontrado.</p>
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

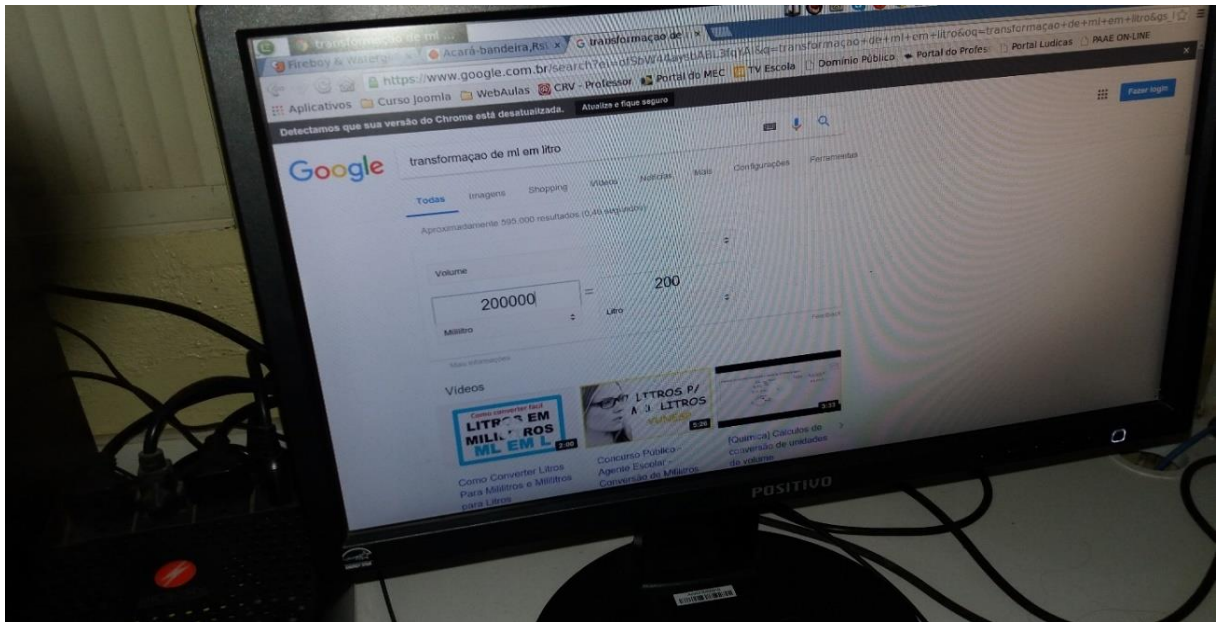
Aos registros da Figura 9 o grupo acrescentou alguns apontamentos para a determinação das atividades de estudo individual e em grupo; contou-se com a participação de todos os sujeitos do grupo, inclusive do mediador, que pode acrescentar outras ideias pertinentes para o aprendizado e direcionamento da atividade.

Depois das estratégias criadas os alunos iniciaram a procura do conhecimento com uso do laboratório de informática; buscaram, primeiramente, a fórmula que calculasse o volume do aquário. Tendo as três dimensões, o aluno Zoio, em questão de segundos, já disse: “encontrei a fórmula para calcularmos o volume”. Encontrou que, para calcular o volume do paralelepípedo, pode-se utilizar a seguinte fórmula:  $V = c.l.h.$ , que é igual ao produto das três dimensões: comprimento, largura e altura. O volume de um paralelepípedo é calculado através da



multiplicação entre a área da base e a altura<sup>6</sup>, ou: comprimento x largura x altura,  $V = c.l.h$ .<sup>7</sup> O grupo procurou aprender como transformar *militros (ml)* em *litros (l)*, já que o problema apontava que  $1\text{ cm}^3$  equivaleria a  $1\text{ ml}$ ; encontraram um conversor que chegava ao resultado direto (FIGURA 10).

**Figura 10** – Conversor de unidades de capacidade – atividade 1



Fonte: Fotografia de autoria do professor pesquisador

Este conversor foi encontrado num site confiável. Depois desta verificação o grupo utilizou a regra encontrada por eles  $2,5\text{ cm de peixe}$  para  $4\text{ litros de água}$  o que permitiria, pela nova informação, concluir que este peixe passasse a viver em um ambiente muito mais favorável daquele encontrado, até então, pelo mediador:  $1\text{ cm de peixe}$  para *cada litro de água*.

Este impasse deu oportunidade de visualizar uma característica da ABP, isto é, o surgimento de novos posicionamentos capazes de mudar a maneira de se solucionar o problema: como um problema matemático pode assumir outras soluções que não sejam aquela prevista?

Segundo Munhoz (2015), com a ABP “os problemas passam a assumir que não apresentam uma solução única ou exata, e se o mesmo for entregue a diferentes equipes ou analisados em diferentes contextos apresentará resultados divergentes” (MUNHOZ, 2015, p.159). Analisa-se que este foi um aprendizado de muito significado para todo processo.

<sup>6</sup>JORDON, About. **Volume do paralelepípedo retângulo**. 2013. Disponível em: <<https://sabermatematica.com.br/volume-do-paralelepipedo-retangulo.html>>. Acesso em: 14 set. 2018.

<sup>7</sup>WIKIPEDIA (Brasil). **Paralelepípedo**. 2018. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Paralelep%C3%ADpedo>>. Acesso em: 14 set. 2018.

O momento em que se avaliaram estratégias deu sequência ao exercício da criatividade. Isso porque a pergunta a si mesmo sobre saber ou não saber algo em função do que tem que ser feito, discutir o potencial e os rumos das estratégias pensadas, identificar o conhecimento prévio e o que precisa ainda procurar e estudar individualmente ou no grupo, transforma-se em oportunidade de novas ideias serem criadas face às indagações que emergem desta atitude avaliativa. Novas ideias exprimem o que precisa ser estudado, não como uma exigência do “conteúdo programático”, mas como exigência da curiosidade que o problema provocou.

Ao avaliar, novas estratégias eram criadas. Por exemplo, à pergunta “Quantos peixes ornamentais de outra espécie poderá colocar nesse aquário com este volume?” e depois de analisarem e confirmarem que seriam usados *4 litros de água para 2,5 cm de peixe* e que o peixe estudado atinge *30 cm*, os alunos discutiram de novo o uso da regra de três para encontrar quantos litros de água seriam necessários para cada peixe acará bandeira. Repassaram-se as estratégias criadas para todos os momentos, nos termos dos registros da Figura 11.

**Figura 11**– Avaliar estratégias e ações do problema da atividade 1

<p>5° - Avaliar estratégias e ações Novas ideias que podem ser estudadas</p>	<p>Encontrei no site Wiki how que são colocados 4 litros de água para 2,5 cm de peixe.</p> <p>→ Em no site aquários e peixes, que o acará bandeira poderá alcançar 30 cm, dei a necessidade de <del>2,5</del> manter - lo com mais de 45 litros de água.</p> <p>→ usar a regra de três para encontrar a quantidade de litros necessária para cada peixe acará bandeira</p> <p>→ Lista de peixes de outras espécies com característica com tamanho e quantos peixes podem ser colocados para que vivam em harmonia.</p>
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

O que se encontra listado na coluna da direita emergiu da avaliação das estratégias e constituiu a matéria prima da sexta etapa. Uma das características desta etapa diz respeito ao estudo individual dos conteúdos, para que pudessem preencher as lacunas do conhecimento e chegar à resolução do problema. No caso, utilizaram para os estudos individuais o livro do

Projeto Teláris, de Luiz Roberto Dante, do 6º ano, para grandeza de volume e do 7º ano para regra de três<sup>8</sup>. Esses temas (regra de três e as transformações de unidades de capacidade) de acordo com a manifestação dos próprios alunos nesta etapa é que haveriam de proporcionar segurança na hora da resolução do problema (FIGURA 12).

**Figura 12** – Estudos individuais do aluno da atividade 1

<p>6º - Estudar individualmente e Respeitar objetivos alcançados</p>	<p>→ Estudar a regra de três e transformações de medidas de volume em capacidade</p> <p>→ transformação de unidades de capacidade.</p>
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

O fato de a etapa imediatamente anterior à resolução do problema ter sido constituída pelo estudo individual, escolhido e decidido pelos alunos, indicou aos observadores que a aprendizagem ocorre no contexto do reconhecimento de sua necessidade pelo aluno e não num movimento de imposição de fora para dentro. Essa constatação demonstrou o quanto é equivocada a visão de que a atividade autônoma do aluno, individualmente ou nos grupos, não conduza à aprendizagem efetiva. Em outras palavras, deu ênfase ao fato de que a postura tradicional do professor, “depositando” seu saber na cabeça de alunos passivos, não desafia o aluno a querer aprender. Ele descobre o que necessita ou quer aprender movido por sua centralidade neste processo.

Este sentimento e essa busca é que dão sustentação ao debate que viabilizou a resolução do problema. Como pode ser observado os alunos utilizaram a fórmula do volume do paralelepípedo, transformando *centímetro cúbico (cm<sup>3</sup>)* em *mililitro (ml)* e posteriormente *mililitro (ml)* em *litro (l)*. Depois seguiram com a análise de quantos litros de água seriam necessários para criar um acará bandeira de 30 cm e quantos peixes acará bandeira caberiam nesse aquário, a partir de suas indagações durante o desenvolvimento da abordagem.

Primeiramente buscaram a fórmula do volume do paralelepípedo retangular que tinham colocado na construção das estratégias,  $V = c \cdot l \cdot h$ , onde ( $V$ ) é o volume de água colocado no

<sup>8</sup> DANTE, Luiz Roberto. **Projeto Teláris Matemática**. São Paulo: Ática, 2015. 304 p. (7).



aquário, pois o volume do aquário é de apenas 200 litros. Após essa conclusão, procurou-se saber quantos peixes ( $qP$ ) acará bandeira, seriam possíveis neste aquário? Esta pergunta foi formulada de maneira natural pelos alunos durante a construção da solução do problema. Este questionamento não fazia parte das perguntas do problema.

$$qP=200:48=4,1$$

Por fim, chegaram à conclusão de que caberiam neste aquário, no máximo, 4 peixes acará bandeira. As Figuras 13A e 13B contêm os registros acerca do conhecimento trabalhado nessa etapa (7ª).

**Figura 13 A** – Resolução do problema da atividade 1

<p>7ª - Resolução do problema, diálogo e discussão (Apresentação da solução)</p>	<p>Fórmula de volume do paralelepípedo retangular.</p> $V = e \cdot l \cdot h$ $V = 100 \cdot 40 \cdot 50$ $V = 200.000 \text{ cm}^3$ <p>Como <math>1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}</math> (alocado no problema)</p> <p><math>V = 200.000 \text{ ml}</math></p> <p>transformando ml em l (dividindo por 1000)</p> $\begin{array}{r} 200.000 \quad   1000 \\ \underline{200 \quad 0} \quad 200 \dots \\ 000000 \end{array}$ <p><math>200.000 \text{ ml} = 200 \text{ litros}</math></p> <p>A capacidade máxima de água que se pode colocar nesse aquário é de 200 litros.</p> <p>O acará bandeira tem 30 cm de comprimento em média sabendo que para viver bem precisa de 2,5 cm para 1 litro utilizando a regra de três:</p>
--	--

Figura 13 B (cont.) – Resolução do problema da atividade 1

7º - Resolução do problema, diálogo e discussão  
(Apresentação da solução)

$2,5 \text{ cm} \text{ ————— } 2 \text{ litros}$   
 $30 \text{ cm} \text{ ————— } x$

$$2,5x = 120 \quad - \quad x = \frac{120}{2,5}$$

$x = 48 \text{ litros}$

$\begin{array}{r} 1200 \overline{) 1200} \\ \underline{100} \phantom{00} \\ 0200 \\ \underline{-200} \\ 0 \end{array}$	<p>Para 1 peixe precisa de 48 litros de água</p>
--	--

Utilizando a regra de três

$1 \text{ peixe ————— } 48 \text{ litros}$   
 $5 \text{ peixes ————— } x \text{ litros}$

Precisa de 240 litros de água para 5 peixes acará bandeiro, não seria possível colocar essa quantidade de peixes no aquário pois o volume é de apenas 200 litros. Quantos peixes seriam possíveis?

$\begin{array}{r} 200 \overline{) 192} \\ \underline{192} \phantom{00} \\ 0080 \\ \underline{-48} \\ 32 \end{array}$	<p>Caberia no máximo 4 peixes no aquário de 200 l.</p>
--	--

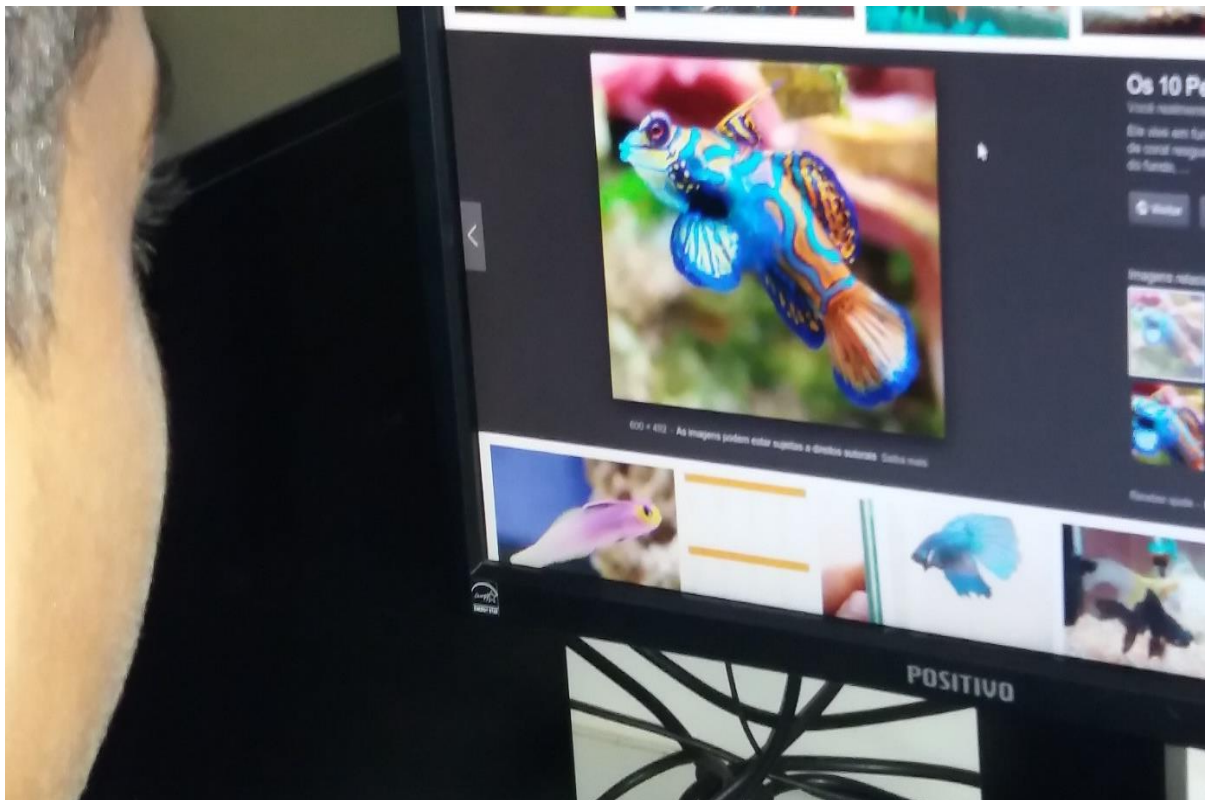
//

Segue a lista implementada nas nossas novas estratégias utilizando outras espécies

Assim finalizaram a resolução do problema, que aconteceu de maneira tão natural; os alunos mostraram-se surpresos de terem sido os agentes deste processo de resolução.

No 3º encontro (21/09/2018), das 13h30min às 16h30min, continuou-se a resolução, dando resposta a última pergunta: “quantos peixes ornamentais de outra espécie poderão ser colocados nesse aquário?” O aluno Zoio apontou como estratégia criar um quadro com os peixes ornamentais de outras espécies, constando a imagem do peixe, com seu respectivo nome e quantos litros de água seria necessário para que cada peixe pudesse viver em um ambiente harmônico com os outros de mesma espécie. A Figura 14A ilustra o fechamento da atividade com esta nova proposta.

**Figura 14 A** – Fechamento da atividade 1: escolha de peixes ornamentais de outras espécies






Fonte: Fotografia de autoria do professor pesquisador

Como alguém, ao observar a Figura 14A, de um aluno todo curioso e investigador, poderia imaginar que ele está resolvendo um problema matemático, auxiliado pela tecnologia? Sem se constituir o foco específico deste trabalho, não há porque desconhecer e não se referir ao fato de que um problema matemático, ao utilizar a metodologia ABP, pode aproximar a matemática de outras disciplinas, pela perspectiva da interdisciplinaridade. No dizer de Thiensen (2008), “A interdisciplinaridade está sempre no campo onde se pensa a possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas onde

simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado” (THIENSEN, 2008, p.547).

O professor pesquisador, mais uma vez, atuou como mediador para que os alunos pudessem criar o quadro proposto pelo colega Zoio. No mesmo instante todos estavam dispostos nos computadores, viajando pelos habitats e pelo comprimento máximo de cada um, anotando o nome e tamanho, assim como o cálculo de quantos peixes do tipo caberiam no aquário. O resultado desta ação complementar está registrado nas figuras 14B, 14C e 14D.

**Figura 14B** – Quantidade de peixes de outras espécies- atividade 1



[Aluno]	NOME (Nome científico) Tamanho (cm)	Cálculo do volume de litros de água para cada peixe e quantos peixes poderão ser colocados no aquário com o volume calculado na atividade anterior (V= 200 l)
 [Serjão]	Peixe palhaço (Amphiprionidae) (30 cm)	Cálculo de Litros para peixe: 2,5 cm $\times$ 4 x 30cm $\times$ $2,5x = 120$ $x = \frac{120}{2,5}$ $x = 48L$ Número de peixes palhaços neste aquário $\frac{200}{48} =$ 4,16 peixes
 [Tatá]	Trichogaster Leeri (Trichogaster Leeri) (10 cm)	Usando regra de três para encontrar quantos litros são necessários para cada peixe. 2,5 cm $\times$ 4 l 10cm $\times$ $2,5x = 40$ $x = \frac{40}{2,5}$ $x = 16l$ Quantidade de peixes Leeri neste aquário $\frac{200}{16} = 12$ peixes
 [Think]	Anjo Imperador (Pomacanthus imperator) (50 cm)	Cálculo do volume de água para cada peixe 2,5 cm $\times$ 4 l 50 cm $\times$ $x = \frac{200}{2,5}$ $x = 80 l$ $2,5x = 200$ Quantidade de peixes no aquário $\frac{200}{80} = 2,5$ peixe: anjo Imperador Apenas 2 peixes podem ser colocados.

Fonte: Elaboração do grupo

Tem-se a mesma temática denominando estas três figuras, mas, em função do espaço gráfico, são apresentadas de forma subdividida (B, C e D).





Figura 14C – Quantidade de peixes de outras espécies - atividade 1

[Aluno]	NOME (Nome científico) Tamanho (cm)	Cálculo do volume de litros de água para cada peixe e quantos peixes poderão ser colocados no aquário com o volume calculado na atividade anterior (V= 200 l)
 [Rua]	Zebrasoma flavescens (Zebrasoma flavescens) (25 cm)	<p>Quantidade de litros para cada peixe amarelo Tang</p> $\begin{array}{r} 2,5 \text{ cm} \quad 4 \text{ l} \quad 2,5x = 100 \\ 2,5 \text{ cm} \quad x \quad x = \frac{100}{2,5} \\ x = 40 \text{ l} \end{array}$ <p>Quantidade de peixes</p> $\frac{200}{40} = 5$ <p>Podem ser colocados 5 peixes amarelo Tang</p>
 [Irineu]	Peixe-Mandarim (Synchiropus splendidus) (8 cm)	<p>Quantos litros de água é necessário para o peixe-mandarim.</p> $\begin{array}{r} 2,5 \text{ cm} \quad 4 \text{ l} \quad 2,5x = 32 \\ 8 \text{ cm} \quad x \\ x = \frac{32}{2,5} \quad x = 12,8 \end{array}$ <p>Número de peixes</p> $\frac{200}{12} = 16 \text{ peixes}$ <p>16 peixes mandarim podem ser colocados neste aquário</p>

Fonte: Elaboração do grupo

Figura 14D – Quantidade de peixes de outras espécies - atividade 1

[Aluno]	NOME (Nome científico) Tamanho (cm)	Cálculo do volume de litros de água para cada peixe e quantos peixes poderão ser colocados no aquário com o volume calculado na atividade anterior (V= 200 l)
 [Rua]	Zebrasoma flavescens (Zebrasoma flavescens) (25 cm)	Quantidade de litros para cada peixe amarelo tang $2,5 \text{ cm} \quad 4 \text{ l} \quad 2,5x = 10 \text{ l}$ $2,5 \text{ cm} \quad x \quad x = \frac{10}{2,5}$ $x = 4 \text{ l}$  Quantidade de peixes $\frac{200}{40} = 5$  Podem ser colocados 5 peixes amarelo tang
 [Irineu]	Peixe-Mandarim (Synchiropus splendidus) (8 cm)	Quantos litros de água e necessário para o peixe-man- darim. $2,5 \text{ cm} \quad 4 \text{ l} \quad 2,5x = 32$ $8 \text{ cm} \quad x$ $x = \frac{32}{2,5} \quad x = 12,8$  Número de peixes $\frac{200}{12} = 16 \text{ peixes}$ 16 peixes mandarim podem ser colocados neste aquário

Fonte: Elaboração do grupo

As imagens de peixes ornamentais obtidas passaram por uma exploração preliminar e eram livres para o uso, além de contemplar a construção dessa parte do trabalho. Depois que cada participante escolheu o peixe, o grupo começou a montar o registro. Foi uma dificuldade pois não havia experiência de um trabalho deste tipo com o sistema operacional Linux, o que tornou todo o processo muito demorado.

Foi quando os alunos descobriram que com o sistema operacional Windows poderia ser elaborado um diagrama que permitisse mostrar seus três componentes: ilustração, nome científico com tamanho, mais o cálculo que responderia à questão posta, como se vê nas figuras 14B, 14C e 14D. Na busca da solução deste último problema o grupo trabalhou apenas com

regra de três: divisões de números decimais e proporcionalidade, momento em que se observou uma troca de informações intensa entre os alunos que proporcionou um momento de grande aprendizado.

Para corroborar essa observação de “grande aprendizado” destaca-se aqui o aluno Oompas Loompas, que conseguiu dar uma resposta simples e correta; quando se esperava que ele fizesse o cálculo trabalhando com regra de três, ele recorreu ao resultado do exercício anterior, concluindo que “se o peixe espada tem 15 cm e o peixe betta tem 30 cm (dobrou de tamanho), a quantidade de peixes no aquário reduzirá pela metade”, encontrando assim a solução. Porém sua colega Irineu, depois de informar que o peixe betta é extremamente agressivo e territorialista o provocou, no sentido de dar sequência às suas procuras. É que ele pesquisou e apontou que, no caso do macho poderia colocar apenas 1, e no caso das fêmeas, pode ser mais de uma, valendo a regra 2,5 cm para 4 litros de água.

Logo após a última etapa e o término da construção dessas três últimas figuras, vários alunos falaram como foi diferente a aprendizagem, abordada pela metodologia ABP, com destaque para o uso das tecnologias na obtenção de informações que permitiram a construção do conhecimento. Pensaram que no início não conseguiriam chegar na resposta, mas assim que foram seguindo as etapas, a solução saiu de maneira natural.

Como mediador, este pesquisador se impressionou com a facilidade dos alunos na busca de informações úteis para a construção do conhecimento, de forma rápida e prática, pois dominavam a ferramenta da internet, apropriando-se do conhecimento tanto individualmente como em grupo; este fato tornou o processo um momento de trocas e de debates. Este foi um momento agradável, desafiador e motivador.

Observou-se que a maior dificuldade nesta atividade foi criar estratégias e avaliá-las. Depois de transcorridas estas etapas a solução do problema foi o momento mais tranquilo de todo o processo.

A segunda atividade, aplicada no 4º encontro (28/09/2018), nos horários fixados de sexta feira, consistiu num problema surgido um dia após a aplicação da atividade anterior. Imaginou-se um aquário não completamente cheio, pois o peixe poderia pular dele; criou-se outro problema cujas 7 etapas são descritas e analisadas no próximo tópico.

#### 4.2.1.2 Atividade 2

Para desenvolver a resolução do problema da atividade 2 utilizou-se também a ABP em 7 etapas. Foi escolhido como coordenador o aluno Serjão e, como secretária, Cachinhos, ambos com as mesmas atribuições desempenhadas por essas funções na atividade anterior, o mesmo acontecendo com os outros componentes do grupo. Esta mudança de coordenador e secretária é um processo natural que deve ser feito na ABP, já que, segundo Borges et al (2014), “dentro os alunos um será o coordenador e outro o secretário da sessão tutorial. Os papéis de coordenador e de secretário acontecem sob a forma de rodízio entre os alunos do grupo, de sessão a sessão do grupo tutorial, de forma a propiciar que todos sejam tutores ou secretários” (BORGES et al., 2014, p.304).

O primeiro passo, em que o grupo teve que *definir e escolher o problema*, resultou no desdobramento do problema em duas perguntas: “Em um aquário para que o peixe não corra o risco de pular para fora, sabendo que a água deve ficar 5 cm abaixo da borda do aquário e utilizando os dados do problema anterior, responda

- a) Qual será o volume de água que deve ser colocado no aquário?
- b) Quantos peixes acará bandeira, de mesmo tamanho utilizado no problema anterior, podem ser colocados neste aquário? ”

Desencadeou-se, então, o *segundo passo — a discussão do problema* — apresentando o volume de 200 litros quando o aquário está cheio até a borda calculados no problema da atividade 1. A aluna Tatá deu a ideia de desenhar o paralelepípedo para observar melhor as 3 dimensões e a variação da altura (h). Observou-se qual seria o melhor posicionamento do aquário neste problema. Não foram determinadas quais as dimensões do comprimento, da largura e da altura, e o grupo verificou de imediato que, dependendo da altura em relação ao apresentado nas dimensões do problema inicial, poderia mudar o resultado do volume de água retirado. Foram feitos, então, os cálculos:

Se a altura do aquário no formato de um paralelepípedo retangular fosse de  $100\text{cm}$  e retirando os  $5\text{ cm}$  da altura, o volume retirado seria:

$$V = 40.50.5 = 10\ 000\ \text{cm}^3 = 10\ \text{l}$$

Se a altura do aquário no formato de um paralelepípedo retangular fosse de  $50\text{ cm}$  e retirando os  $5\text{ cm}$  da altura, o volume retirado seria:

$$V = 40.100.5 = 20\ 000\ \text{cm}^3 = 20\ \text{l}$$

Se a altura do aquário no formato de um paralelepípedo retangular fosse de  $40$  e retirando os  $5\text{ cm}$  da altura, o volume retirado seria:

$$V = 50.100.5 = 25\ 000\ \text{cm}^3 = 25\ \text{l}$$

Conseguiu-se visualizar que com as duas dimensões maiores em cima fixando os 5 cm, teriam um volume maior retirado. Então, para resolver este impasse inicial nas primeiras discussões, usou-se a figura do problema estruturado do banco de itens do SIMAVE, apresentado no Anexo A desta pesquisa. Ali a figura é apresentada com as dimensões do aquário, deixando bem claro, quais deveriam ser as dimensões utilizadas e qual delas representa a altura. O grupo notou que este modelo é o mais encontrado nas estantes daqueles que gostam de praticar o aquarismo e que seria este o utilizado se não tivesse a figura do problema o comprimento de 100 cm a largura de 40 cm e a altura de 50 cm. Nestas primeiras discussões Toquinho observou que, com a diminuição da altura da coluna de água, a quantidade de peixes neste aquário poderá diminuir; observou também que há uma função do volume em relação às dimensões; neste caso, a altura h. Parece uma coisa óbvia, porém é de suma importância essa noção de dependência de grandezas, para o entendimento de funções (FIGURA 15).

**Figura 15** – Discussão do problema da atividade 2

<p>2º - Discussão do problema (Definir, limitar e analisar)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Levantar ideias</li> <li>➤ Conceitos que devem ser Explicados.</li> </ul>	<p>→ Discutiram inicialmente o Volume do aquário de exercícios anterior (<math>V = 200L</math>) Falaram da fórmula <math>V = c \cdot l \cdot H</math> e da variação da altura diminuindo assim o volume</p> <p>→ Desenharam o paralelepípedo (retângulo) para observar melhor as 3 dimensões e a variação da altura</p> <p>→ Observaram qual o melhor posicionamento do aquário Notam a função do volume em relação as dimensões neste caso a altura (H)</p>
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

Mais uma vez procedeu-se ao exercício de levantar ideias e que conceitos precisariam ser explicados, como se registrou na mesma Figura 15.

Após a discussão *iniciou-se o terceiro passo com o Brainstorming* (chuva de ideias), desencadeado pela pergunta: o que se pode utilizar para calcular o volume deste aquário retirando 5 cm de água abaixo da borda, com as dimensões dadas? Logo Serjão expôs a fórmula do volume  $V = c \cdot l \cdot h$ , onde o volume é o produto das três dimensões (comprimento, largura e altura), transformação de *centímetros cúbicos* ( $cm^3$ ) em *mililitro* ( $ml$ ), transformação de  $ml$  em *litros* ( $l$ ); ao propor que se dividisse por mil, todos do grupo conversaram e aprovaram. Esse processo inicial foi feito na biblioteca para que evitasse que eles fossem direto para a procura dos resultados na internet; isso favorece também maior participação em que o aluno recorre aos seus conhecimentos prévios. Entre outras opiniões, Tatá deu ideia de desenhar o paralelepípedo para melhorar o entendimento do problema nas discussões. Nogueira (2017), diz que: “Conhecimentos prévios designa os saberes que os alunos possuem e que são essenciais para o aprendizado. Os conhecimentos prévios dos alunos sempre devem ser considerados pelos professores durante todo o processo de ensino” (NOGUEIRA, 2017, p.26).

As duas situações, os saberes de cada um e a relacionada com os conhecimentos prévios exigidos por estes saberes estão registradas nas Figuras 16A e 16B.

**Figura 16A** – *Brainstorming* (Chuva de ideias) da atividade 2

<p>3º - Brainstorming (Chuva de ideias)          &gt; Saberes de cada um</p>	<p>→ Transformação de Capacidade de mililitros (ml) para Litros          → Transformação de <math>cm^3</math> em ml (equivalência)          → Transformação de ml para l, dividindo por mil          → desenhar o paralelepípedo para melhorar entendimento do problema          → Volume em função da altura          → Regra de Três para calcular a quantidade de peixes</p>
--	---

Fonte: Elaboração do grupo

**Figura 16B** – *Brainstorming* (Chuva de ideias) da atividade 2

<p>3° - <i>Brainstorming</i> (Chuva de ideias)</p> <p>➤ Saberes de cada um</p>	<p>→ A fórmula encontrada no problema anterior</p> $V = d \cdot c \cdot H.$ <p>Volume é igual ao produto das três dimensões (comprimento, largura e altura).</p>
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

Vê-se que os alunos retomaram o conhecimento da atividade anterior para discutir os saberes de cada um, voltados para a solução do problema da atividade 2.

No 4° passo ou etapa, começaram a construir as estratégias que englobariam caminhos para facilitar a resolução do problema, como a construção do desenho do aquário, papel importante para auxiliar no entendimento de um problema, calcular o volume do aquário. Com 5 centímetros (cm) a menos. Transformação de volume para capacidade, transformação de *militros (ml)* em *litro (l)* e verificar a quantidade de peixes (*qP*) que cabem no aquário, estas três estratégias foram colocadas no *Brainstorming* ou chuva de ideias, fazem parte do conhecimento prévio do aluno.

As estratégias do primeiro problema tinham migrado para *Brainstorming* (chuva de ideias) que engloba os conhecimentos prévios dos alunos, o que levou a concluir que aconteceu uma aprendizagem anterior bastante eficaz porque aquilo já parecia fazer parte deles. E a partir desse fato pode-se conferir ao *Brainstorming*, outro nível de importância em relação à sequência da aprendizagem e, ao se perceber a evolução do conhecimento dos alunos de maneira bastante clara com a utilização dessa metodologia. Os registros desta construção de estratégias podem ser vistos na Figura 17.

**Figura 17**– Construção de estratégias da atividade 2

<p>4º - Construir estratégias</p> <p>➤ Apontamentos para atividades de aprendizagem individual</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular o novo volume do aquário com altura de 5cm a menos</li> <li>• Transformação de <math>\text{cm}^3</math> em <math>\text{ml}</math></li> <li>• Transformação de mililitro em litro</li> <li>• Calcular a variação do volume</li> <li>• Verificar a quantidade de peixes acará bandeira que pode ser colocados neste aquário, com novo volume</li> </ul>
--	---

Fonte: Elaboração do grupo

Na 5ª etapa, avaliando as estratégias e ações, o grupo apontou o cálculo da variação do volume, calculando o volume inicial relativo ao problema anterior (200 litros), menos o volume final descontando os 5 cm relativos à altura e o cálculo da porcentagem de variação do volume; as avaliações feitas estão contidas na Figura 18.



**Figura 18** – Avaliação das estratégias da atividade 2

<p>5º - Avaliar estratégias e ações Novas ideias que podem ser estudadas</p>	<p>Encontrar o novo volume e calcular a porcentagem de variação de volume do problema</p>
--	---

Fonte: Elaboração do grupo

Na 6ª etapa— *estudo individual*— antes da resolução do problema, os alunos sentiram necessidade de estudar porcentagem e regra de três e divisão de números decimais, para preencher algumas lacunas do conhecimento e facilitar tal resolução, conforme registros da Figura 19.

**Figura 19** – Estudo individual da atividade 2

<p>6º - Estudar individualmente e Respeitar objetivos alcançados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Estudar porcentagem</li> <li>◦ Continuar estudando regra de Três</li> <li>◦ divisão de números decimais</li> </ul>
--	---

Fonte: Elaboração do grupo

Depois de cumpridas as 6 etapas da ABP e utilizando as discussões efetuadas em conjunto com a construção de estratégias, passa-se para a *resolução do problema* (7ª etapa), como se apresenta nas figuras 20A e 20B, que sequenciam o ocorrido nesta etapa.

**Figura 20A** – Resolução do problema da atividade 2

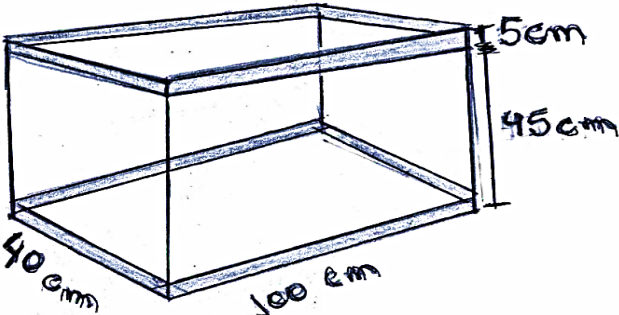
<p>7º - Resolução do problema, diálogo e discussão (Apresentação da solução)</p>	<p>dada a figura:</p>  <p> <math>V = e \cdot L \cdot H</math>  <math>V = 100 \cdot 40 \cdot 45</math>  <math>V = 5000 \cdot 35</math>  <math>V = 180000 \text{ cm}^3</math> </p> <p>Transformando centímetros cúbicos (<math>\text{cm}^3</math>) em mililitro (ml)</p> <p><math>1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}</math></p> <p><math>V = 180000 \text{ ml}</math></p> <p>Transformação de mililitro (ml) em Litros (l)</p> <p>dividir por 1000:</p> <p><math>V = 180000 \text{ ml} : 1000</math></p> <p><math>V = 180 \text{ L}</math></p>
--	---

Figura 20B – Resolução do problema da atividade 2

<p>7º - Resolução do problema, diálogo e discussão</p> <p>(Apresentação da solução)</p>	<p>O novo volume será de 180 Litros</p> <p>Calculando a porcentagem que variou do volume, utilizando regra de Três</p> <p>A variação do volume é dada por:</p> $200 - 175 = 25 \text{ Litros}$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">200 L</td> <td style="padding-right: 20px;">100 %</td> <td><math>200x = 2000</math></td> </tr> <tr> <td>20 L</td> <td>X</td> <td><math>x = \frac{2000}{200}</math></td> </tr> </table> <p>ou</p> $\frac{20}{200} = 0,1$ <p style="text-align: right;"><math>x = 10\%</math></p> $\begin{array}{r} 200 \overline{)200} \\ \underline{200} \phantom{0} \\ 000 \end{array}$ <p>O volume de água retirada do aquário nessa disposição é de 10% do volume Total</p>	200 L	100 %	$200x = 2000$	20 L	X	$x = \frac{2000}{200}$
200 L	100 %	$200x = 2000$					
20 L	X	$x = \frac{2000}{200}$					

#### 4.2.1.3 Atividade 3

Neste 4º encontro, antes de começar os passos ou etapas para resolução do problema definido, foram escolhidos inicialmente como coordenador Oompas Loompas e para secretária Think. Iniciou-se a 1ª etapa ou passo com a leitura do problema, para que todos pudessem interpretar, analisar e discutir o encaminhamento da busca de solução para o problema:

*Em uma residência, vivem o casal Eduardo e Marina e seus filhos Caio e Ana. Eduardo está sempre reclamando, pois, a conta de energia elétrica pesa bastante no orçamento familiar. Procuraram, então, uma solução; resolveram diminuir o uso do Vídeo Game. Eduardo notou que o aparelho ficava ligado, em média 4h/dia e limitou seu uso para apenas 1h e 30 minutos. Porém os banhos diários de Caio e Ana continuaram 35 minutos cada um. Eduardo agiu de maneira correta, ao buscar economia na sua conta mensal?*

Além das atividades iniciais de leitura, interpretação, análise e discussão o professor pesquisador criou estratégias para que os alunos conseguissem desenvolver habilidades para desenvolver a etapa. Estas estratégias do professor não entram nas 7 etapas e sim no planejamento organizado anteriormente por ele, que pode ser modificado no decorrer das etapas de maneira a orientar os seus alunos. Como exemplo, cita-se a possibilidade de o professor atuar como mediador, ao oferecer um texto para auxiliar e direcionar seus alunos na resolução do problema e na busca do conhecimento.

A 2ª etapa da atividade 3— discussão do problema— teve início com a interpretação da maioria dos alunos de que a decisão tomada por Eduardo para economizar energia elétrica não foi a ideal, porém não conseguiram explicar o porquê. Perguntou-se, então: por que quando a conta de energia chega reclamam do gasto ou do valor da conta de energia? Cada um se manifestou exemplificando com a própria experiência. Argumentou-se que a cobrança de seus pais é muito grande para que diminuam o tempo de uso do chuveiro, pois estão sempre reclamando, quando a conta de energia elétrica chega e, em meio à troca de opiniões e análises apontaram a necessidade de diminuir o vídeo game e também os banhos que poderiam passar de 35 minutos para suficientes 20 ou 15 minutos.

Decidiu-se que o grupo deveria calcular a “Energia Consumida” para a solução do problema, como ponta pé inicial. Essas duas palavras “Energia Consumida” seriam as palavras-chave, para o começo, pois não entendiam quase nada do problema em discussão. Os registros da 2ª etapa aparecem na Figura 21, que se segue.

**Figura 21** – Discussão do problema da atividade 3

<p>2º - Discussão do problema (Definir, limitar e analisar)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Levantar ideias</li> <li>➤ Conceitos que devem ser Explicados.</li> </ul>	<p>→ Afirmariam que a maioria que a decisão tomada para economia de energia não foi a ideal, não souberam explicar.</p> <p>→ Seria ter diminuído a vídeo game e também de 35 minutos ou menos para 20 minutos ou 15 minutos, seria suficientes.</p> <p>→ Seria sobre o gasto de vídeo game e do chuveiro, seria o ponto de início para resolução de problema.</p>
--	---

Fonte: Elaboração do grupo

Na 3ª etapa, a do *brainstorming* o grupo não apresentou ideias que levassem ao cálculo da energia consumida e nem dos gastos do vídeo game e do chuveiro, apenas que os gastos eram de acordo com o tempo que os aparelhos ficavam ligados. O *Brainstorming* é um momento importante para que o mediador tenha uma visão do seu planejamento; saiu-se da atividade 2 onde o conhecimento aflorava em cada um que participava e caiu-se em um problema (da atividade 3) em que os alunos não tinham um conhecimento formado sobre o assunto. Muito interessante, pois, o papel de uma metodologia como a ABP é levar ao conhecimento aqueles que fazem parte do processo; o *brainstorming* funciona como um termômetro para indicar qual caminho o mediador deve apontar de maneira que não seja o dono do processo, apenas um orientador. Na Figura 22 tem-se os registros desta etapa.

**Figura 22** – *Brainstorming* da atividade 3

<p>3º - <i>Brainstorming</i> (Chuva de ideias)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Saberes de cada um</li> </ul>	<p>• Não foi apresentada que se relaciona ao cálculo de energia consumida e nem gastos do vídeo game e do chuveiro.</p> <p>• O gasto é de acordo com o tempo que os aparelhos ficaram ligados.</p>
---	--

Fonte: Elaboração do grupo

O grupo deveria retomar a expressão-chave “energia consumida”; por isso, os alunos entraram em um *site* chamado Só Física e, após o primeiro contato, surgiram as primeiras ideias

indicadas por Serjão, que foi logo dizendo para fazer o cálculo da energia elétrica consumida seria preciso descobrir a potência do aparelho (P) e do tempo que ele fica ligado. Como não sabiam onde encontrar a potência do aparelho para fazer o cálculo e determinar a energia consumida, procuraram se informar sobre a potência dos aparelhos elétricos. Serjão conseguiu uma lista de aparelhos com suas respectivas potências, cujo título é “Potência média dos aparelhos residenciais e comerciais”, encontrada no *site* das Centrais Elétricas de Minas Gerais (Cemig).

Neste caso o conhecimento foi buscado a partir do zero para se conseguir criar as estratégias na etapa seguinte. Isso aconteceu de maneira muito rápida, em pouco tempo já estavam discutindo por que o fogão de 6 bocas tem potência igual a 12600 W quando ligadas ao mesmo tempo, a banheira de hidromassagem (6600 W), chuveiro elétrico (6500W), forno elétrico (4500W) tinham potência maior que os outros aparelhos e assim gastavam mais. Foram fazendo descobertas, como no caso da aluna Irineu, que logo tinha uma informação na ponta da língua: “os aparelhos que possuem resistência elétrica transformam energia elétrica diretamente em térmica”.

Foi solicitado que trouxessem para a próxima aula uma conta de energia elétrica recente (Anexo C) para que fosse analisada, além de uma foto com a indicação da potência do vídeo game e do chuveiro elétrico; explicou-se, em primeiro lugar, que todo aparelho elétrico é obrigatório trazer na sua especificação a potência. Foi selecionado um texto pelo mediador sobre o uso racional de energia e o cálculo do consumo de energia elétrica (Anexo D), retirado do livro-texto de Ciências utilizado no 9º ano do ensino fundamental da Escola.

A quinta reunião, no horário das 13h30min até 16h30min, iniciou-se com a entrega do texto relativo ao consumo racional de energia e o cálculo do consumo de energia elétrica do livro texto dos alunos. À medida que iam fazendo a leitura, iam revisando o que tinham pesquisado na aula anterior, com destaque para a definição de potência elétrica, a potência no Sistema Internacional de Unidades (SI), medida em Watt (W), o “relógio de luz” medem o consumo de energia elétrica em quilowatt-hora (kWh). Este texto trazia as transformações de unidades de Watt (W) para quilowatt (kW). Informava também que, enquanto metro é a medida fundamental de comprimento, o Watt é a medida fundamental de potência elétrica. Diversos questionamentos, consultas à internet e “casos” contados pelos alunos envolveram todos no aprendizado da interpretação de uma conta de energia elétrica; pela Figura 23 documentou-se este momento.

**Figura 23** – Interpretação da conta de energia elétrica e leitura do texto



Fonte: Fotografia de autoria do professor pesquisador

A fotografia que documenta as atividades desta etapa permite observar o interesse e participação do grupo. Informa, também, ao observador e aos leitores deste texto como uma atividade que envolve a realidade do aluno torna-se uma “aprendizagem significativa”, na medida em que, como sujeitos do processo, estes alunos se informam, fazem cálculos, buscam conhecer de maneira ativa e autônoma em contraposição à atitude passiva própria de situações em que apenas ouve a explanação de quem quer neles “depositar” a informação que detém.

Depois da interpretação da conta da energia elétrica, os alunos apresentaram as fotos conseguidas, relativas à potência do vídeo game (165 W) e do chuveiro (5000W), pedidas na reunião anterior.

Terminado este processo de estudo inicia-se *o 4º passo ou a 4ª etapa, a da construção de estratégias* para a resolução do problema. A interação neste momento consistiu em identificar que ações seriam indispensáveis e, posteriormente, definir a sequência em que as ações estratégicas deveriam acontecer.

Isso resultou na elaboração da seguinte sequência: (a) procurar a potência dos aparelhos com foi pedido pelo mediador; (b) interpretar as transformações de unidades de watts (W) em quilowatts (kW); (c) transformar minutos em horas e assim encontrar a potência (P) em quilowatt (kW) e o tempo ( $\Delta t$ ) em horas (h); (d) desenvolver a unidade de energia consumida em (kW.h), tanto para o vídeo game, quanto para o chuveiro; (e) fazer os cálculos da energia

consumida diariamente e mensalmente, fechando com o gasto mensal do vídeo game e do chuveiro. Na Figura 24 encontram-se descritas as estratégias construídas pelos alunos.

**Figura 24** – Construção das estratégias do problema da atividade 3

<p>4º - Construir estratégias</p> <p>➤ Apontamentos para atividades de aprendizagem individual</p>	<p>Calcular a energia consumida do vídeo game e do chuveiro</p> <p>Grager interpreta uma conta de energia elétrica e resumir como é feita a cálculo da energia consumida e o gasto mensal.</p> <p>Procurar a potência dos aparelhos.</p> <p>Interpretar transformações de unidades do watta (W) em kilowatts (kw).</p> <p>Transformar minutos em horas.</p> <p>Grager os cálculos de gasto de vídeo game e do chuveiro mensalmente calculando a energia consumida.</p>
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

A construção de estratégias para tentativa de resolução do problema posto sempre exige que se proceda à avaliação dessas estratégias. Esta ação é que passa a indicar para o grupo quais são suas necessidades de estudo individual frente ao que se tem por fazer. Não se trata, pois, de apenas vivenciar mecanicamente mais um momento das 7 etapas da metodologia em estudo. Avaliar previamente o que se definiu para fazer proporciona a oportunidade de tomada de consciência acerca das condições de participação individual efetiva nas tarefas coletivas. Na Figura 25 constam os apontamentos feitos pelo grupo no sentido de se organizarem para a etapa de avaliação dessas estratégias.



**Figura 25** – Avaliação das estratégias do problema da atividade 3

<p>5º - Avaliar estratégias e ações</p> <p>Novas ideias que podem ser estudadas</p>	<p>• Utilizar a fórmula da energia consumida.</p> <p><math>E_c = P \times \Delta T</math> (site da física)</p> <p>• Interpretar o que representa potência (P) e variação de tempo <math>\Delta T</math>.</p> <hr/> <p>• Fazer uma análise dos dados do problema.</p> <p>• Obter a energia consumida pela chuveiro e se não for determinado acrescentar</p>
---	--

Fonte: Elaboração do grupo

Desta forma, articulou-se o individual com o coletivo; esta avaliação das estratégias indica, sobretudo, a responsabilidade de cada um na qualidade dos resultados das tarefas coletivas. Isto foi tratado, então, na etapa seguinte, isto é, na 6ª etapa, a dos estudos individuais que deveriam passar a acontecer. São estes estudos que tanto prepararam os alunos para, mais adiante, resolverem o problema quanto servem de base para favorecerem o surgimento de novas ideias acerca dele, num encadeamento de todo o processo.

Na Figura 26, de acordo com o que foi planejado estudar individualmente, chegou-se à necessidade de leitura de dois textos, um referente ao uso racional de energia e o outro referente ao cálculo do consumo de energia elétrica. Estes textos foram apresentados com objetivo de promover e facilitar o aprendizado e auxiliar na construção da resolução do problema da atividade 3.

**Figura 26** – Estudo individual da atividade 3

6º - Estudar individualmente e Respeitar objetivos alcançados	Estudar os textos apresentados pelo mediador, por uma nova atitude (consumo), com os dois textos, a primeira uma racional de energia e a segunda cálculo de consumo de energia elétrica.
--	--

Fonte: Elaboração do grupo

A sequência didática da construção do conhecimento em uma aplicação da ABP não precisa ser padronizada; portanto, não existe a obrigatoriedade de seguir o padrão apresentado que, porém, serve como parâmetro.

Durante todas as etapas, a interação própria de uma atividade grupal favorecia que algo já discutido fosse novamente abordado pelo grupo, diante de novas ideias ou de novas informações. Tal fato ensinava aos alunos, pela prática, que o conhecimento é dinâmico, que nada está pronto e acabado e que aprender é um acontecimento que acontece durante a existência dos sujeitos. A discussão pode ser feita a todo o momento até mesmo na resolução do problema, quando pode ser apresentada uma nova estratégia e que será anotada pela secretária.

Tal ensinamento se deu a partir da análise de que as 7 etapas ou passos são um meio do aluno se organizar e do professor se planejar e visualizar qual o caminho que o aluno trilha para adquirir o conhecimento, proporcionando assim a resolução do problema.

Depois do passo a passo da ABP, e após a criação eventual de novas estratégias e discussões no grupo, chegou-se então à resolução do problema, descrita nesta atividade nas Figuras 27A e 27B (cont.), que tratam do conteúdo da mesma etapa, mas que foram subdivididas em decorrência do espaço gráfico que demandam.

Figura 27A – Resolução do problema da atividade 3

<p>7º - Resolução do problema, diálogo e discussão</p> <p>(Apresentação da solução)</p>	<p>Cálculo da energia consumida pela vidoe game, sabendo que a potência é <math>p = 165 \text{ W} = 0,165 \text{ kW}</math> e o tempo que fica ligada é de 4 horas diárias.</p> $E_c = P \times \Delta t \quad E_c = 0,165 \times 4$ $E_c = 0,66 \text{ kWh por dia} \times 30$ <p>A energia consumida mensalmente pela vidoe game é de</p> $E_c = 19,8 \text{ kWh}$ <p>Gasto da vidoe game, sabendo que 1 kWh custa R\$ 0,96.</p> $E_c = 19,8 \text{ kWh} \times 0,96$ <p>O gasto mensal da vidoe game ligada 4 horas por dia é de R\$ 19,00</p> <p>Q vidoe game ligada 1h 30 min por dia :</p> $E_c = 0,165 \times 1,5 = 0,2475 \text{ kWh}$ <p>consumo mensal de energia vidoe game ligada 1h 30 minutos é de</p> $E_c = 0,2475 \times 30 = 7,425 \text{ kWh}$ <p>O gasto mensal da vidoe game ligada 1h 30 min</p> $7,425 \times 0,96 = \text{R\$ } 7,12$ <p>Cálculo do economia da vidoe game</p> $\text{R\$ } 19,00 - \text{R\$ } 7,12 = \text{R\$ } 11,88$
---	---

Fonte: Elaboração do grupo

Figura 27B – Resolução do problema da atividade 3

<p>7º - Resolução do problema, diálogo e discussão</p> <p>(Apresentação da solução)</p>	<p>A economia da rede gase é 1 h de R\$ 14,98</p> <p>O gasto de chuveiro sabendo que a potência do chuveiro é de <math>P = 5000 \text{ W} = 5 \text{ kW}</math> e <math>\Delta t = 70 \text{ min}</math></p> <p><math>\Delta t = 1,16</math></p> <p>1 h 60 min  <math>\infty</math> 70 min</p> <p><math>60x = 70 \quad x = \frac{70}{60} = 1,16 \text{ h}</math></p> <p><math>E_c = 5 \times 1,16 = 5,8 \text{ kW h diária}</math></p> <p>O consumo mensal é de  <math>5,8 \text{ kW h} \times 30</math>  <math>E_c = 174 \text{ kW h}</math></p> <p>O gasto mensal é de:  <math>174 \times R\\$ 0,96 = R\\$ 167,04</math></p> <p>Reduzindo o tempo de 70 min para 30 min ou seja 15 min para cada criança</p> <p><math>\Delta T = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}</math>  <math>P = 5000 \text{ W} = 5 \text{ kW}</math>  <math>E_c = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ kW h}</math></p> <p>O consumo mensal é de:  <math>2,5 \times 30 = 75 \text{ kW h}</math></p> <p>O custo mensal será <math>75 \times R\\$ 0,96 = R\\$ 72,00</math></p> <p>A economia diminuindo o uso do chuveiro será de:  <math>R\\$ 167,04 - R\\$ 72,00 = R\\$ 95,04</math></p>
---	---

Fonte: Elaboração do grupo

Após a resolução do problema e durante a discussão dos resultados todos ficaram espantados com o gasto do chuveiro usado pelas duas crianças. O ponto principal da discussão o gasto de 167 reais contra o gasto do vídeo game e sem a economia proposta pelo problema inicial foi de 19 reais. Os alunos concluíram que, com o uso racional do chuveiro de 35 minutos para 15 minutos para cada criança, foi proporcionada uma economia de 95 reais e 4 centavos mensais. Serjão afirmou que a economia do chuveiro seria quase 6 vezes o gasto do vídeo game sem a economia proposta.

O grupo apontou também que, apesar da economia do vídeo game ser pequena, apenas de 11 reais e 88 centavos, durante o ano todo tem uma economia no valor de 142 reais e 56 centavos. Todos chegaram à conclusão que se os pais das crianças tivessem resolvido esse problema por este caminho tomariam uma atitude mais correta.

A resolução deste problema foi enriquecedora, pois os alunos não tinham de início um conhecimento para começar as primeiras discussões, como no caso da atividade 2. Apesar do objetivo da pesquisa se vincular diretamente à questão de uma abordagem metodológica, não há como dissociar o conteúdo da forma. Assim, para saber se a abordagem põe em evidência suas vantagens e sua contribuição para a qualidade do ensino de matemática foi necessário, por todo o tempo monitorar o acerto ou não das escolhas feitas pelos alunos, questionar, desafiar e sugerir acerca deste fato.

Dáí ter sido muito necessário um diálogo permanente em função do conteúdo; não que a atividade visasse exclusivamente domínio de conteúdo, mas sim que procedimentos e instrumentos da ABP não teriam sentido se o aluno não crescesse em conhecimento. No caso desta atividade 3, este aspecto se destacou. Constituiu-se algo muito próximo e concreto para estes jovens, dada a idade deles; além do que, a condição sócio econômica do grupo, cobrou resposta para este tipo de preocupação junto à família.

Até aqui procedeu-se à apresentação, análise e discussão do material obtido por meio dos relatos de cada etapa, documentação e registros da aplicação da ABP. Em seguida, na próxima subseção, dá-se a conhecer que elementos deram suporte ao estudo por meio da aplicação de questionários junto aos sujeitos da pesquisa.

#### 4.2.2 Resultados relativos aos questionários

A aplicação dos questionários atingiu tanto a experiência prévia dos alunos na escola quanto a que foi proposta pela investigação acontecida. O primeiro questionário teve como

objetivo analisar qual o conhecimento do aluno sobre o uso das tecnologias no ensino aprendizagem de matemática, bem como no seu dia a dia. Teve um caráter diagnóstico. Os alunos se mostraram interessados em responder a este instrumento da pesquisa, conforme pode se constatar, ao observar a Figura 28.

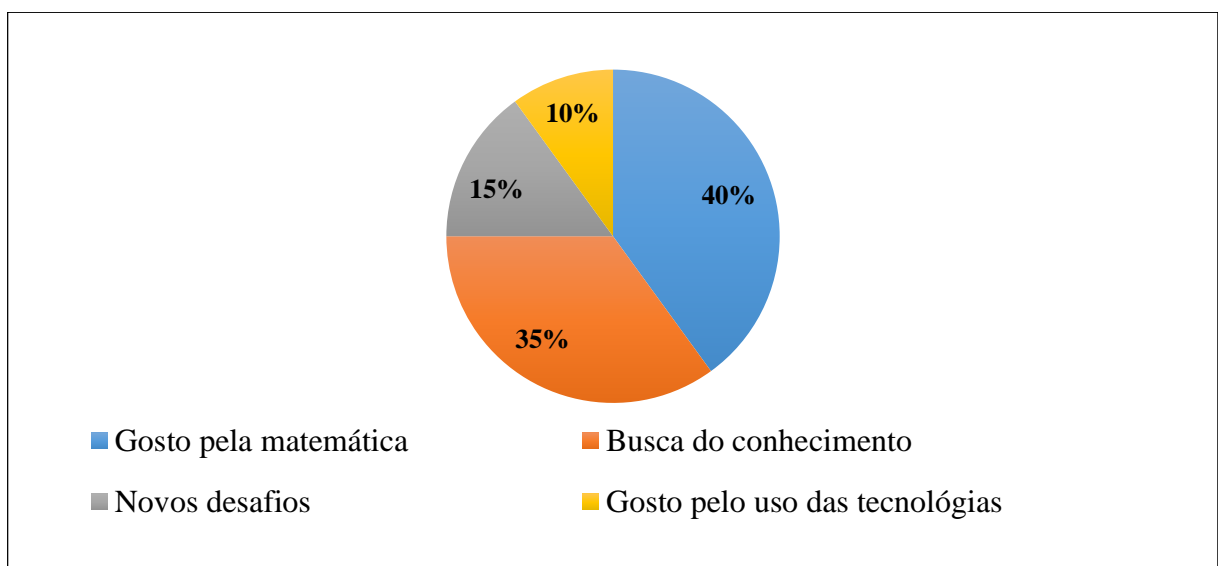
**Figura 28** – Aplicação do primeiro questionário



Fonte: Fotografia de autoria do próprio professor pesquisador

Neste primeiro contato, com o objetivo de conhecer o aluno pesquisado, buscou-se saber o que o levou a participar da pesquisa, informação descrita no Gráfico 1.

**Gráfico 1** – Motivos da participação dos alunos na pesquisa

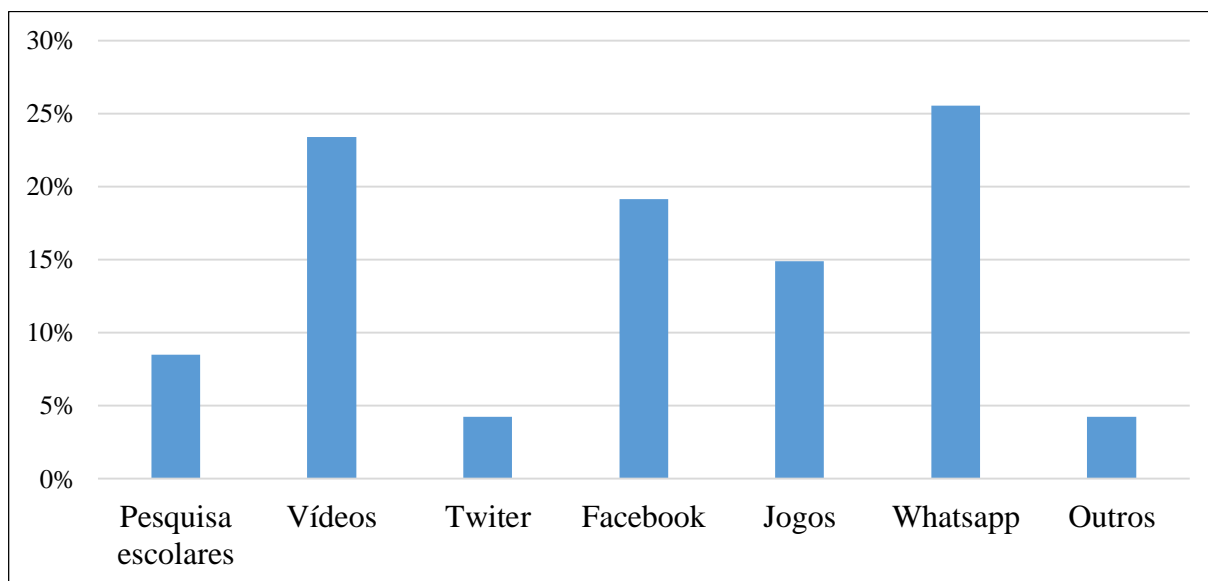


Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico em questão indica um nível de interesse prévio pela matemática que pode ser considerado significativo para a mobilização do grupo como um todo em torno da experiência com a ABP no ensino deste conteúdo curricular. Foi acrescido a este fator, em percentual bem superior ao gosto pelo uso das tecnologias, o interesse em novos conhecimentos. Possivelmente, apesar da idade em que é muito natural o gosto pelo uso das tecnologias, este fator tenha ficado em plano inferior, dado o hábito na instituição de não se usar as TIC's no contexto dos ciclos didáticos. Isto é, pode-se inferir que, dada a abordagem mais tradicional do ensino aprendizagem nesta Escola, a busca de conhecimento para estes alunos seja com ela identificada. Isto fica evidente na fala dos alunos, ao responderem que nunca utilizaram o laboratório de informática para o aprendizado da matemática e que ele foi utilizado no máximo 3 vezes em outros conteúdos; afirmaram também que as aulas sempre são ministradas utilizando-se do quadro e do livro texto como recurso didático.

Para os respondentes do questionário aplicado, a finalidade do uso da internet foi explicada pelos fatores apontados no Gráfico 2.

**Gráfico 2** – Finalidades do uso da internet segundo os alunos



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme pode ser observado, para os sujeitos da pesquisa, o uso da internet em benefício da realização de pesquisas escolares é mínimo em relação às atividades predominantemente vinculadas ao lazer. Estes dados reforçam a ideia de que sem a vivência de seu uso, de maneira sistemática e produtiva em sala de aula, muito dificilmente estes jovens vão incorporar este mecanismo de acesso ao conhecimento às suas vidas.

A segunda parte do primeiro questionário explorou a expectativa dos alunos especificamente com relação à utilização da ABP no ensino da matemática. Durante a

experiência e após participarem da pesquisa, manifestaram-se cansados de quadro e giz e da falta de oportunidade de uso da internet em sala de aula. Afirmaram que existe *WiFi* na sala de aula, porém, não podem sequer deixar o celular sobre a mesa. Além disso, demonstraram não conhecer o significado da sigla TIC's (*softwares*, aplicativos de celular, blogs, *WhatsApp*, *facebook*) e seu potencial no ambiente de aprendizagem como recursos de apoio na construção do conhecimento.

Neste sentido, falaram da necessidade da inserção da tecnologia na sala de aula, citando o uso do celular como instrumento para a aprendizagem, bem como o uso da calculadora. Destacou-se a fala de Cachinhos que afirmou “o professor de matemática poderia dar abertura para que pudéssemos utilizar o celular para pesquisa e para aprofundar os assuntos da matéria ensinada e também a calculadora que temos à disposição a todo instante”. Este posicionamento apareceu em tom de queixa, mas não suscitou maiores reflexões acerca dos possíveis descaminhos da prática que propuseram.

As constatações advindas desta parte da pesquisa permitem abordar a necessidade da formação de um professor que incentive o aluno a utilizar as tecnologias a favor da educação para enriquecer o processo ensino aprendizagem, e que o professor procure uma metodologia que case com a tecnologia, levando o aluno a explorar mais este mundo de informações que estão dispostos em todos os espaços da internet.

Para Negroponte (1995), “A Internet oferece um novo veículo para se sair em busca de conhecimento e sentido. Ela funciona como uma teia de conhecimentos humanos e pode contribuir como um ambiente para ajuda mútua, colaboração e cooperação. A troca de ideias e conhecimentos é algo enriquecedor” (NEGROPONTE, 1995, p.84).

Pode-se pensar também em analisar o uso das TIC's como um meio de ampliar as buscas para consolidação da ABP; torna-se possível ao aluno ampliar seu universo de conhecimento e, conseqüentemente, seu potencial criativo para solução de problemas matemáticos e de outros, de modo geral, interpretando o mundo em que vive.

A aplicação do questionário final (Apêndice C) que traz a visão do aluno quanto ao uso da metodologia ABP para ensino de conteúdos de matemáticos, serão apresentados os pontos favoráveis e as dificuldades apresentadas neste processo de inserção da metodologia. Os alunos, depois da aplicação da metodologia para solução dos três problemas, apresentaram o seu parecer, diante de tudo o que passou nestes momentos.

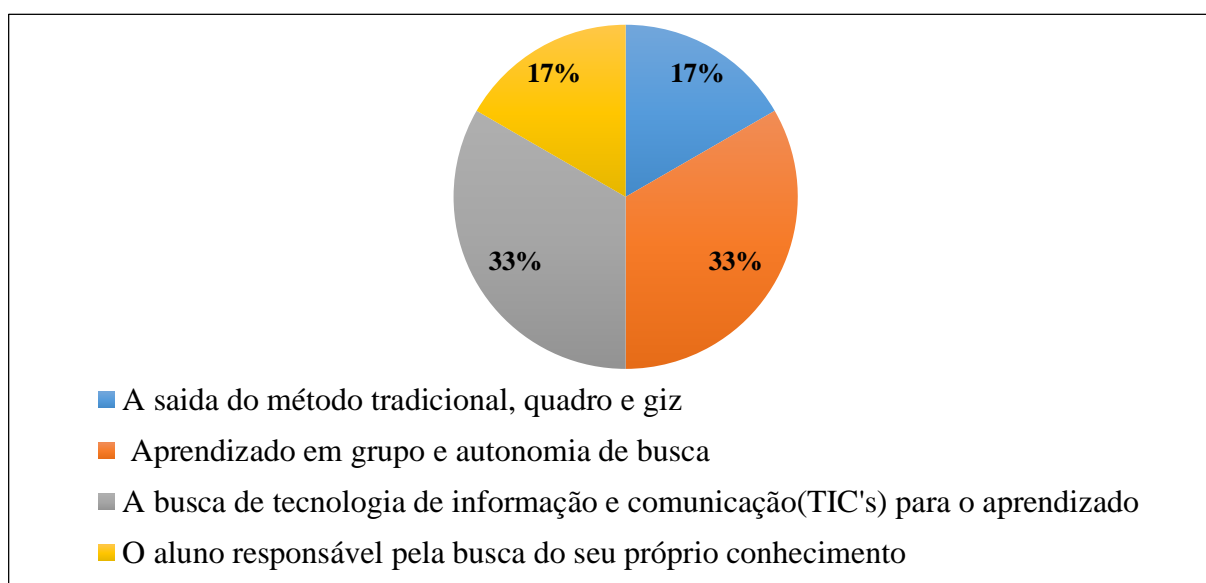
Na interação entre eles e com o professor pesquisador, os alunos consideraram interessante o uso da ABP para o ensino de conteúdos matemáticos e para resoluções de



problemas e ainda avaliaram como excelente o uso da ABP no ensino da matemática, dizendo que aprenderam mais utilizando este novo modo de ensinar. Todos colocaram que ABP pode ser um agente modificador no ensino aprendizagem da matemática e que o interesse em buscar novos conhecimentos de forma autônoma aumentou muito.

Os alunos apontaram como ponto positivo na proposta ABP para auxiliar no ensino da matemática os aspectos que podem ser visualizados no Gráfico 3.

**Gráfico 3** – Pontos positivos apresentados pelos alunos na proposta ABP



Fonte: Elaborado pelo autor

Os percentuais que permitem conhecer a visão dos alunos quanto aos aspectos positivos da metodologia apontaram que, para a maioria dos alunos, a internet poderia ser uma ferramenta muito importante para trabalhar com essa nova forma de ensinar.

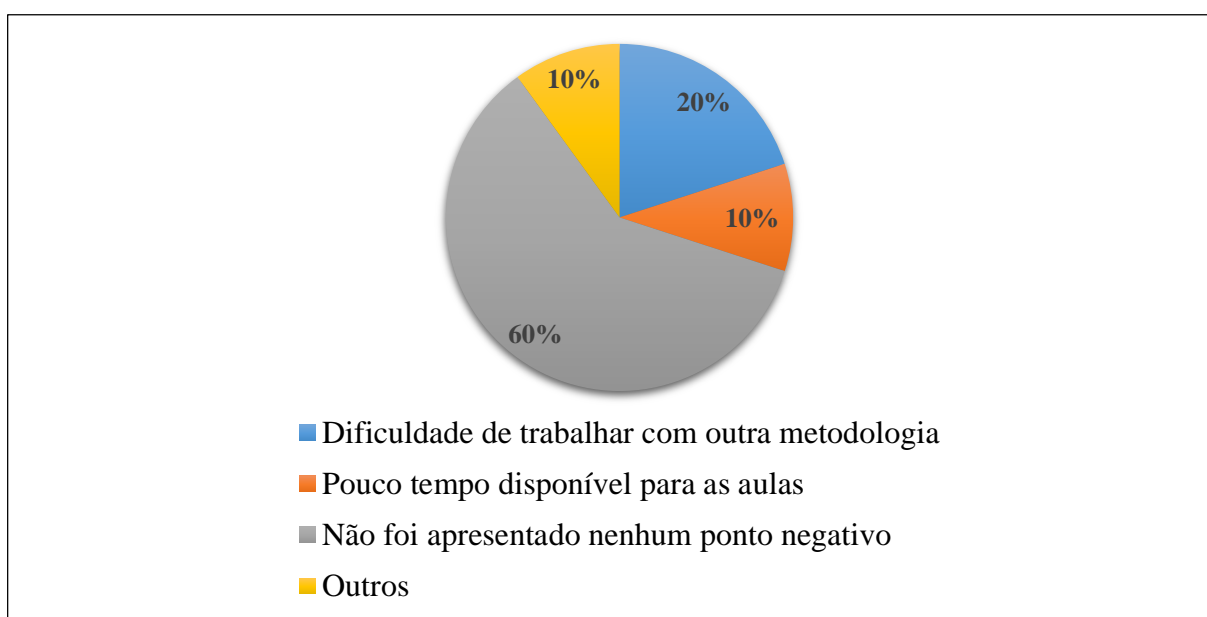
Na interpretação dos pontos positivos indicados pelos alunos, destacam-se dois aspectos como positivos: (a) o uso da tecnologia para o ensino aprendizagem da matemática em conjunto com a ABP e (b) o aluno sentindo-se responsável pela busca do conhecimento. Essa independência ou autonomia do aluno diante do problema já havia sido citada anteriormente a partir da observação do professor pesquisador.

Este gráfico, reflete de maneira fiel o ambiente criado pelo uso da metodologia ABP durante todo o processo de aplicação da pesquisa, em que se observou um aluno motivado por estar em um ambiente diferente do acostumado, desenvolvendo o conhecimento de maneira autônoma com utilização da tecnologia. Observou-se que a ABP e a tecnologia integraram-se no desenvolvimento do ensino aprendizagem, o que promoveu situações investigativas interessantes, fazendo com que o aluno buscasse o conhecimento além do que foi proposto.

Como exemplo cita-se o problema do aquário da atividade 1, onde os alunos transcendiam o que era proposto, procuravam o habitat, nome científico e todas as características do peixe.

Já, sob o ponto de vista de aspectos negativos, a maioria considerou não tinha elementos desta ordem a pontar. Porém, com base em observações e depoimentos constantes dos registros do professor pesquisador foi possível traduzir no Gráfico 4 as dificuldades encontradas pelos alunos frente a essa metodologia.

**Gráfico 4** – Dificuldades dos alunos no trabalho com a ABP



Fonte: Elaborado pelo autor

O uso de outra metodologia em sala de aula, dado o costume do conteúdo trazido pelo livro texto e pelo professor, de início, exigiu habilidades e disposição com as quais não estavam acostumados, mais o pouco espaço de tempo disponível para as aulas e a falta de hábitos produtivos no trabalho em grupo.

Além disso, observou-se, no início da aplicação do problema da atividade 1, que o grupo sentia um pouco de dificuldade, pois estavam inseridos em um grupo diferente daquele formado em sala de aula e tinha ainda o desafio de entender o processo do desenvolvimento da ABP para resolução do problema. Essa dificuldade estava associada, possivelmente, à implantação de situações novas. Observou-se também que, apesar deste cenário apresentado, os alunos se adaptaram rapidamente no decorrer da aplicação da atividade 1 e o sentimento de ansiedade e insegurança, transformaram-se em ambiente de bem-estar e segurança enfrentando os desafios propostos. Prevaleceu, no entanto, a constatação de muito mais pontos positivos que negativos.

Este último questionário usou de pergunta aberta ao final que possibilitou a manifestação livre, sob a forma de depoimentos, por parte daqueles que o desejaram fazer.

Apontaram como reflexo deste projeto na sua vida, o trabalho coletivo para resolver os problemas, a curiosidade e a busca do conhecimento de maneira autônoma. Segundo tais depoimentos, a matemática pode ser aprendida de maneira mais prazerosa, podendo assim resolver os problemas mal estruturados que o mundo apresenta a todo instante. O depoimento de três alunos neste fechamento de capítulo que são aqui denominados Depoimento do Aluno 1, Depoimento do Aluno 2 e Depoimento do Aluno 3, constam das figuras 29, 30 e 31.

**Figura 29** – Depoimento da aluna Irineu:

*Foi muito bom porque a gente aprendeu a trabalhar em grupo, ter mais curiosidade para pesquisar os problemas e também foi um método bem inovador para resolver problemas.*

Fonte: Elaborado pelo autor e aluno

No depoimento da aluna Irineu destacou-se uma das características que é marca registrada da ABP, o desenvolvimento do conhecimento a partir das atividades em grupo, acontecido em quase todas as etapas. Aponta também algo que é significativo para a ABP: a curiosidade, que contribui para formar o aluno investigativo. Este aluno visualizou a ABP como uma metodologia inovadora que desenvolve o conhecimento através da resolução do problema.

**Figura 30** – Depoimento da aluna Think:

*Eu achei muito divertido esse novo método de aprendizagem, achei melhor pra resolver as atividades, descobri várias coisas interessantes que não aprendi em sala de aula.*

Fonte: Elaborado pelo autor e aluno

No depoimento da aluna Think teve-se uma visão lúdica do ensino aprendizagem através da ABP. Esta fala é muito interessante, pois quando se faz algo que é divertido, na maioria das vezes, se tem prazer e motivação, indispensáveis para manter o interesse e a concentração. Pode ser que tenha se referido aos momentos passados no laboratório de informática, na biblioteca e na sala de estudo em grupo, momento de procura e de descobertas. Ele afirmou: “descobri várias coisas interessantes que não aprendi em sala de aula esse “eu”

implícito, narra tudo que a ABP propõe na construção do conhecimento, o aluno dono do seu próprio conhecimento.

**Figura 31** - Depoimento do aluno Serjão:

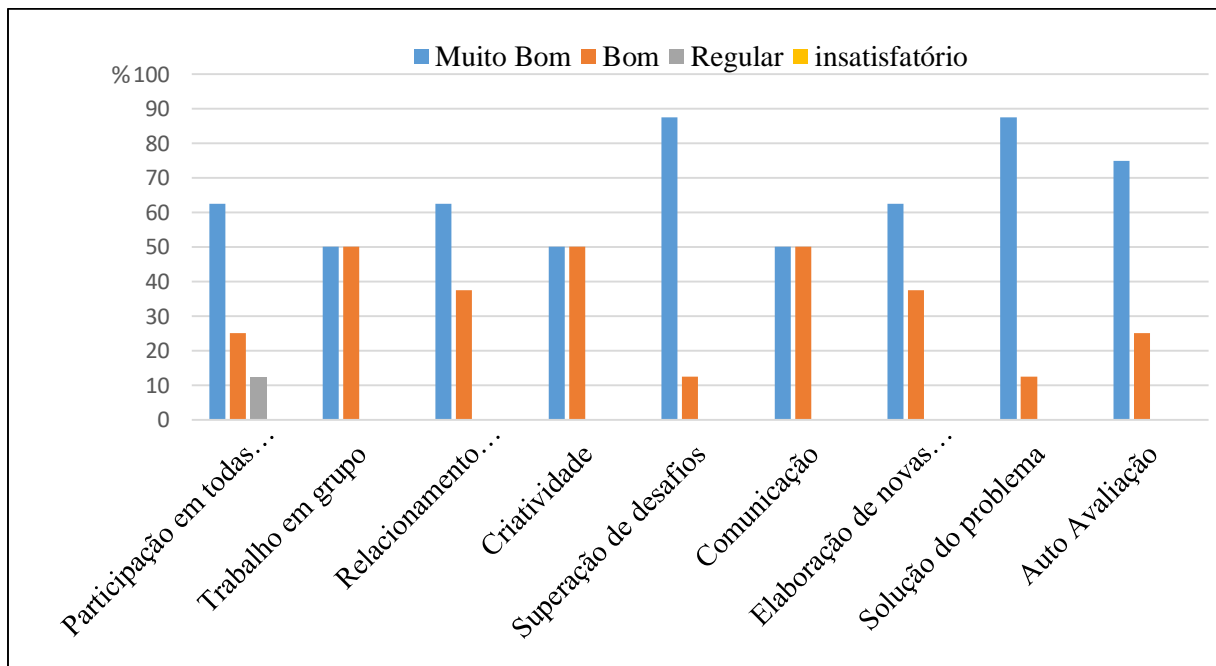
Achei, Podemos Pesquisar e achar nossa própria conclusão, nossa própria maneira de fazer, se tivermos dificuldades pedimos ajuda e o método em grupo é bem interessante aprender com os outros também; além da gente saber como calcular algo do dia a dia.

Fonte: Elaborado pelo autor e aluno

No depoimento do aluno Serjão, foi afirmado que “podemos pesquisar e achar nossa própria conclusão”, o que fecha muito bem com o que se observou na aplicação da metodologia: a independência que os alunos apresentavam para ir em busca do conhecimento, destacando de novo a importância do trabalho em grupo, essa troca de ideias e de conhecimentos que era permanente e fecha com a valorização de estar resolvendo problemas que fazem parte do mundo em que ele vive.

Com a integração dos elementos coletados por meio do último questionário tem-se no Gráfico 5 uma síntese da avaliação global da experiência.

**Gráfico 5** – Avaliação dos alunos na metodologia ABP



Fonte: elaborado pelo autor

No final, procedeu-se à avaliação dos alunos elaborada pelo professor; levou-se em conta os fatores listados no quadro 2 (relativo aos aspectos a serem avaliados na ABP) e o quadro 3 (relativo à avaliação de rendimento do aluno). Apresenta-se no Gráfico 5, sob a forma de porcentagem, o posicionamento avaliativo do grupo, durante todo processo de aplicação da ABP. Ressalta-se que o último quesito reflete como o aluno se auto avaliou em relação a todo processo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios postos pela realidade das escolas de educação básica, sejam elas públicas ou privadas, conduziram à pergunta que norteou essa pesquisa: será que a Aprendizagem Baseada em Problemas se constitui um processo de aprendizagem matemática que atende às necessidades e cobranças do mundo vivido pelos alunos?

Desenvolveu-se, então, uma investigação de caráter prevalentemente qualitativo, com o objetivo de verificar se o uso da ABP com o apoio de recursos computacionais criou um ambiente de aprendizagem motivador, capaz de favorecer o crescimento dos alunos em termos de como cada um deles encaminhou a construção de seus próprios conhecimentos.

O estudo se deu numa Escola Estadual de Uberlândia MG com um grupo heterogêneo de alunos do ensino fundamental, numa experiência que desenvolveu três de quatro temas-problema inicialmente pensados para concretizar o objetivo definido frente à pergunta da pesquisa.

Vinculou-se à preocupação de promover mudanças, de apontar caminhos que desmistifiquem a matemática como algo difícil e em testar uma metodologia que se pretende inovadora, com vistas à formação de um aluno curioso, investigativo, crítico e capacitado para interagir com o mundo real à sua volta de maneira natural.

Neste processo de pesquisa, a reflexão em torno da experiência acontecida possibilitou identificar elementos facilitadores como, por exemplo, o interesse e motivação dos alunos com o uso dos recursos computacionais no processo ensino aprendizagem; mas também, apontou para dificuldades na escola regular, tais como recursos disponíveis para trabalho simultâneo com um grupo maior de alunos, ou ainda a dificuldade deste tipo de abordagem metodológica em turmas muito grandes.

A revisão de literatura indicou que são poucos os trabalhos usando a ABP na área de educação matemática na educação básica. Isso foi constatado como mais raro quando se buscou conhecer a aplicação das sete etapas da ABP que não no ensino superior, especialmente fora da área de medicina onde começou. No caso da educação básica, em especial nos termos em que estas sete etapas foram estruturadas e defendidas neste trabalho, não se localizou nenhum trabalho de aplicação da ABP no sistema educacional brasileiro.

A aplicação, análise e discussão dos resultados da experiência do uso das sete etapas da ABP no ensino da matemática na educação básica permitiu elencar situações que possibilitaram dar uma resposta afirmativa ao problema da pesquisa. Isto porque a experiência com a ABP,

apoiada pelo uso de recursos computacionais, permitiu criar um ambiente de aprendizagem motivador e que favoreceu o crescimento dos alunos em termos de como cada um deles encaminhou a construção de seus próprios conhecimentos, conforme o que emergiu da discussão dos resultados da investigação, pois tal ambiente:

- a) proporcionou construir conhecimento em que os alunos agiram como solucionadores de problemas matemáticos do dia a dia que lhes foram apresentados, o que os capacita a interpretar o mundo em que vivem de maneira natural;
- b) pôs em evidência uma participação produtiva e efetiva no trabalho em grupo, observada a partir da convivência e colaboração entre eles, bem como nas manifestas habilidades para lidar com opiniões diferentes durante as atividades, uma cobrança cotidiana posta pela complexidade da sociedade contemporânea;
- c) permitiu vivenciar situações de criticidade fundamentada, face às diversas formas de pesquisa (na biblioteca, pela internet, pelas discussões), de modo especial, reconhecendo a necessidade e pertinência da tecnologia para aprender e decidir;
- d) possibilitou o exercício consequente da curiosidade, bem como da rejeição a verdades prontas e acabadas, sobretudo impostas de cima para baixo e de fora para dentro, o que contribui para a formação da autonomia intelectual como requisito para o avanço científico e tecnológico requerido pela mudanças radicais e aceleradas do mundo atual.

Esses foram os principais resultados que, uma vez obtidos com a aplicação da proposta, reafirmam o que a ABP propõe teoricamente.

O processo desenvolvido apontou também que os alunos necessitam de um ambiente diferente que não seja esse ambiente tradicional de sala de aula. Justificou, portanto, considerar que o uso do laboratório de informática cria um ambiente riquíssimo onde o aluno pode navegar em busca da solução do problema, discutindo, criando estratégias individuais e coletiva com o seu grupo. Muitas vezes, quando a aplicação das atividades se dava no mesmo turno do aluno e o professor pesquisador pedia licença para que o aluno pudesse acompanhá-lo até o laboratório, o professor regente dizia “pode levar ele não faz nada mesmo” e quando chegava no outro ambiente, o aluno se transformava; bastante motivado conseguia trazer respostas que nem ele mesmo esperava, como foi narrado nas aplicações das atividades.

Por seus resultados, acredita-se que todo esforço deve ser feito para utilizar esta abordagem metodológica no ensino da matemática na educação básica. Seja tomando como exemplo a escola pesquisada, que tem os recursos básicos necessários como computadores e internet; seja, recorrendo à criatividade se, caso a escola não tenha um laboratório, quando o

professor pode aproveitar os celulares dos alunos para a pesquisa e a busca de informações. Os alunos de qualquer série os possui; porque não usar estes celulares para fins educativos?

Mas, se o professor não tem laboratório, não tem computador, os alunos não têm celulares para busca das informações, nada impedirá que ABP possa ser aplicada. Trabalha-se com a hipótese de que, por meio do seu planejamento, o mediador pode levar vários materiais para sala de aula (revistas, jornais, textos, reálías e outros) que ofereçam informações para que grupo de alunos possa discutir, criar estratégias e desenvolver a solução do problema, em busca do conhecimento e do aprendizado.

Constatou-se, em meio a observações, comentários, e, até mesmo, ponderações informais dos alunos que, em muitas situações, os próprios professores não usam as tecnologias a seu favor, tendo uma certa aversão pelo uso das TIC's. Acredita-se, entretanto, que na abordagem ABP, tendo a tecnologia como ferramenta, o aprendizado tem mais possibilidade de se tornar motivador e dinâmico, frente as infinitas informações que podem ser estudadas.

Na aplicação da metodologia ABP uma das dificuldades observadas durante o percurso foi a mudança cultural, pois os alunos, imersos numa metodologia tradicional, estão acostumados com uma situação em que o professor é o centro de todo o processo do ensino aprendizagem. Com a ABP o aluno se torna dono do seu conhecimento, ou seja, o centro do ensino aprendizagem e o professor o mediador de todo o processo. No início da pesquisa (problema da atividade 1), essa mudança de papel gerou um certo incômodo; o aluno agia ainda com nível elevado de dependência e, só depois de um certo tempo, é que cresceu em segurança e confiança.

Outras dificuldades podem ser analisadas, mas não foram objeto de estudo da pesquisa, como, por exemplo, a questão da disciplina para um professor com um menor tempo de magistério ou a necessidade de maior tempo para planejamentos, já que o planejamento na ABP é um processo mais demorado.

Espera-se, além do que se aprendeu com os resultados obtidos nesta investigação, que a pesquisa realizada incentive e sirva de motivação para outros estudiosos da metodologia do ensino de matemática, de modo que um movimento de mudanças produza contribuições importantes para esta área do conhecimento. Pretende-se aprofundar nesta proposta, corrigindo, por ocasião da replicação da experiência em outros espaços escolares, as lacunas que se evidenciarem em meio ao debate acerca do tema.



## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Adriana Cavalcante de. Implementando as novas diretrizes curriculares para a educação: O que nos ensina o caso de Harvard? **Revista Interface Comunicação, Saúde, Educação**, São Paulo, v. 5, n. 8, p.161-166, fev. 2001.

ANDRADE, Julia Pinheiro. Educação e Democracia um ensaio sobre o conceito de experiências em John Dewey. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 21, n. 41, p.15-42, jan. 2007.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. Metodologia da Problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o Ensino Superior. **Semina: Ciências Sociais/ Humanas**, Londrina, v. 16, n. 2, p.9-19, out. 1995.

BORDENAVE, Juan Díaz; PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. 24. ed. Petrópolis: Vozes, 2002. 312 p.

BORGES, Marcos de Carvalho et al. Aprendizado baseado em problemas. **Medicina (Ribeirão Preto. Online)**, [s.l.], v. 47, n. 3, p.301-307, 3 nov. 2014. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v47i3p301-307>.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**. 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

BRUNER, Jerome Seymour. **In search of mind: Essays in autobiography**. New York: Harpercollins, 1984. 306 p.

BRUNER, Jerome Seymour. **The culture of education**. Cambridge: Harvard University Press, 1996. 224 p.

BRUNER, Jerome Seymour. **Uma nova teoria da aprendizagem**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1976. 162 p.

BURKE, Thomas Joseph. **O Professor revolucionário da pré-escola à Universidade**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2003. 110 p.

CARLESSO, Dariane. **John Dewey e a Educação como "Reconstrução da Experiência" um possível diálogo com a educação contemporânea**. 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Cap. 3.

CONRADO, Dalia Melissa; NUNES-NETO, Nei de Freitas; EL-HANI, Charbel N.. Aprendizagem baseada em problemas (ABP) na educação científica como estratégia para formação do cidadão sócio ambiental responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Científica**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p.77-87, abr. 2014. Quadrimestral.

CYRINO, Antônio Pithon. **Entre a ciência e a experiência: uma cartografia do autocuidado no diabetes**. São Paulo: Unesp, 2009. 230 p.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Transdisciplinaridade**. 2. ed. São Paulo: Palas Athena, 1997. 176 p.

DALL'AGNOL, Clarice Maria; TRENCH, Maria Helena. Grupos focais com estratégia metodológica em pesquisa na enfermagem. **Revista Gaúcha**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p.5-25, jan. 1999.

DAVIS, Philip J.. What do I Know? A study of mathematical self-awareness. **College Mathematics Journal**, Washington, v. 16, n. 1, p.22-41, Jul. 2008.

DELISLE, Robert. **Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas**. 4. ed. Porto: Asa, 2000. 112 p.

DUARTE, Jorge; BARROS, Antônio. **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 384 p.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p. Joice Elias Costa.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 40. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. 256 p.

GADOTTI, Moacir. **Histórias das ideias pedagógicas**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2008. 319 p.

GODOY, Maria Helena Pádua Coelho de. **Brainstorming - como atingir metas**. Belo Horizonte: FCO, 1997. 25 p.

GONÇALVES, Patrícia; MORAIS, Carlos. Aprendizagem da Matemática Baseada em Problemas no 2º ciclo do Ensino Básico. In: CONGRESSO INTERNACIONAL GALEGO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 11., 2011, Coruña. **Libro de actas**. Coruña: Universidade de Coruña, 2011. p. 1573 - 1584.

GUDWIN, Ricardo Ribeiro. **Aprendizagem Ativa**. 2018. Disponível em: <<http://faculty.dca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

LAMBROS, Marian Ann. **Problem-based learning in middle and high school classrooms: A teacher's guide to implementation**. California: Corwin Press, 2004. 120 p.

LEITE, Fernanda Fernandes; CUNHA, Gladis Frank da; SCHNEIDER, Vânia Elisabete. A utilização do método Aprendizagem Baseada em Problemas para conhecer e desenvolver hábitos de consumo consciente da energia elétrica no ensino fundamental. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada (rica)**, Caxias do Sul, v. 2, n. 3, p.25-29, maio 2017.

LULA, Kariton Pereira. **Aplicações do princípio de Cavalieri ao cálculo de volume e áreas**. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

MARQUES, Ramiro. **A pedagogia de Jerome Bruner**. 2000. Disponível em: <[http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica\\_pedagogia/A%20Pedagogia%20de%20JeromeBruner.pdf](http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica_pedagogia/A%20Pedagogia%20de%20JeromeBruner.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2018.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. Ministério da Educação. **Provas do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública**. 2016. Disponível em: <<https://www.educacao.mg.gov.br/leis/story/7447-provas-do-sistema-mineiro-de-avaliacao-da-educacao-publica-serao-aplicadas-no-mes-de-outubro>>. Acesso em: 3 ago. 2017.

MOORE, Gordon T. (Ed.). **The challenge of problem based learning: Initiating problem-based learning at Harvard Medical Scholl**. New York: Martin's Press, 1991. 340 p.

MORAES, Magali Aparecida Alves; MANZINI, Eduardo José. Concepções sobre aprendizagem baseada em problemas: Estudo de Caso na Famema. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 3, p.125-135, set. 2006.

MUNHOZ, Antônio Siemsen. **ABP: Aprendizagem Baseada em Problemas: Ferramentas de apoio ao docente no processo ensino e aprendizagem**. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 243 p.

NEGROPONTE, Nicholas. **A vida digital**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 216 p. Sérgio Tellaroli.

NOGUEIRA, Luciane Chiodi. **Aprendizagem Baseada em Problemas no contexto da educação profissional**. São Paulo: Alexa Cultural, 2017. 112 p.

O'GRADY, Glen et al. **One-Day, One-Problem: An Approach to Problem-based Learning**. Singapore: Springer, 2012. 297 p.

PARRA, Cecília et al (Comp.). **Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1996. 258 p. Juan Acuña Llorens.

PERRENOUD, Phillipe. **Avaliação da excelência à regulação das aprendizagens entre duas lógicas**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999. 184 p.

POZO, Juan Ignacio. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 296 p.

QUIVY, Raymond; VAN CAMPENHOUDT, Luc. **Manual de Investigação em Ciências Sociais**. 4. ed. Lisboa: Gradiva, 2005. 282 p. João Minhoto Marques, Maria Amália Mendes e Maria Carvalho.

REY, Fernando Gonzalez. **Pesquisa Qualitativa e Subjetividade: Os processos de Construção da informação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005. 203 p.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **A Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos autores**. 2005. 2009 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

ROGERS, Carl R.. **Liberdade para Aprender**. 2. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1971. 330 p. Edgar de Godói da Mata Machado e Márcio Paulo de Andrade.

SAVERY, John R. et al. Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.9-20, 22 may 2006. Purdue University (bepress). <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1002>.

SCHMIDT, Henk G.. Foundations of problem-based learning some explanatory notes. **Medical Education**, Oxford, v. 27, n. 5, p.422-432, set. 1993.

SIEMENS, George. **Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age**. 2004. Disponível em: <<http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

SILVA, José Carlos Eduardo da. **A Aprendizagem Baseada em Problemas e o software GeoGebra no ensino de funções matemáticas**. 2015. 29 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2016.

SILVA, Josney Freitas et al. Uma ferramenta para o ensino de matemática utilizando a Aprendizagem Baseada em Problemas em um ambiente de educação à distância. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (SINECT), 5., 2016, São Paulo. **Semana acadêmica da Licenciatura interdisciplinar em Ciências naturais**. São Paulo: Si, 2016. p. 1 - 11.

SILVA, Viviane; PAULA, Maria Tereza Dejuste de. A abordagem PBL e suas possibilidades no ensino da Matemática. In: CIÊNCIA E ÉTICA O PARADIGMA DO SÉCULO XXI, 13., 2009, São José dos Campos. **Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**. São José dos Campos: Univap, 2009. v. 9, p. 1 - 4.

SILVER, Edward A.. On Mathematical Problem Posing. In: PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 17., 1993, Tsukuba. **Proceedings of the international Conference on the Psychology of Mathematics Education (PME)**. Tsukuba: Si, 1993. v. 3, p. 85 - 104.

THIENSEN, Juares da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, p.545-554, set. 2008.

WESTBROOK, Robert B.; TEIXEIRA, Anísio. **JOHN DEWEY**. Recife: Massangana, 2010. 136 p. José Eustáquio Romão e Verone Lane Rodrigues.

## APÊNDICES

### Apêndice A - Primeira Parte do Questionário

Questionário sobre o projeto

Primeira parte:

Reconhecendo o processo de aprendizagem do aluno:

1. O que levou a participar deste projeto?

Gosto pela matemática

Busca do conhecimento

Novos desafios

Gosto pela uso das tecnologias

Outros. Quais: \_\_\_\_\_

2. Você já fez uso do laboratório de informática para o aprendizado de conteúdos de matemática?

sim  não

No caso afirmativo qual: \_\_\_\_\_

3. Quantas vezes foi ao laboratório utilizar as tecnologias?

Com o professor de matemática \_\_\_\_\_

Nas outras matérias \_\_\_\_\_

4. Quais os recursos seu professor de matemática usa em sala de aula:

Livro texto

Celular

Quadro

Computador

Outros: \_\_\_\_\_

5. Você acha que deve ter mudanças em relação as aulas que são apresentadas hoje no ensino da matemática?

Sim

Não

Em caso de mudanças, quais a que você consideraria importante?

6. Os conteúdos de matemática apreendidos em sala de aula, faz parte do seu dia a dia?

Sempre  Às vezes  Quase nada  nunca

7. Quando vai resolver os problemas matemáticos, geralmente desenvolvem o processo de resolução?

individual

grupo

8. Você possui internet em sua casa?

sim

não

9. Em caso afirmativo e de acordo com a pergunta acima, quais as finalidades que você usa a internet?

Pesquisas escolares

Facebook

Vídeos

Jogos

Blogs

WhatsApp

Twitter

Outros: \_\_\_\_\_

10. Já fez algum curso de programação computacional?

Sim

Não

Em caso afirmativo. Qual: \_\_\_\_\_

**Apêndice B - Segunda parte do questionário**

Questionário após apresentação da metodologia aprendizagem baseada em problemas para os alunos:

1.Você acha que será mais fácil a resolução de problemas utilizando o auxílio das tecnologias da informação e comunicação (internet)?

Sim       Não       Indiferente

2.Você considera interessante o uso de uma nova metodologia para o ensino da matemática?

Sim                       Não                       Indiferente

3.Poderia dizer qual seria sua avaliação inicial sobre o uso da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas?

Excelente       Bom       Ruim

4Você acha que poderia aprender mais utilizando a Aprendizagem Baseada em Problemas?

Sim       Não

Por que?

**Apêndice C - Questionário Final**

1. Você considera interessante o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas para o ensino dos conteúdos matemáticos e para resoluções de problemas?

Sim                       Não

2. Qual seria sua avaliação final sobre o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino da matemática?

Excelente               Bom               Ruim

3. Você aprendeu mais utilizando este novo modo de ensinar?

Sim               Não               Não tenho opinião formada

4. Você acha que este modo de ensinar diferente do que é feito na sala de aula, como foi visto, na sua primeira pesquisa, pode ser um agente modificador no ensino e aprendizagem da matemática?

Sim               Não

5. Depois desta pesquisa, onde você foi o autor, como está seu interesse em buscar novos conhecimentos?

Aumentou       Diminuiu               Continua o mesmo

6. Qual o aspecto que você coloca como diferencial positivo na proposta da ABP, para auxiliar o ensino da Matemática?

A saída do método tradicional, quadro e giz

Aprendizado em grupo e autonomia de busca

A busca de tecnologias de informação e comunicação (TIC's) para o aprendizado da matemática

O aluno responsável pela busca do seu próprio conhecimento

Outras: \_\_\_\_\_

7. Quais os pontos negativos do projeto no uso da metodologia ABP?

Dificuldade de trabalhar com outra metodologia

Dificuldade de usar o laboratório para buscar o conhecimento

Pouco tempo disponível para as aulas

Aula desmotivadora

Não foi apresentado nenhum ponto negativo

Outros: \_\_\_\_\_

8. O que você pode apontar como reflexo deste projeto no seu dia a dia, como aluno?



- Não contribuiu
- Estou mais curioso na busca de conhecimento
- Estou buscando mais o conhecimento de maneira autônoma
- Aprendi a trabalhar de maneira mais coletiva, para resolver problemas, apresentados
- Vi que a matemática pode ser aprendida de maneira mais prazerosa.
- A aprendizagem baseada em problemas, não mudou nada na aquisição do conhecimento.
- Outros: \_\_\_\_\_

9. Fale o que achou do projeto da implementação desta metodologia inovadora, aprendizagem baseada em problemas, para auxiliar o aprendizado da matemática e da resolução de problemas?

---

---

---

## **Apêndice D – Etapas da APB para resolução de problemas**

Etapas para o desenvolvimento do problema

1º - Escolher e identificar o problema

2º - Discussão do problema

(Definir, limitar e analisar)

3º - Brainstorming (Chuva de ideias)

4º - Construir estratégias

5º - Avaliar estratégias e ações

6º - Estudar individualmente e

Respeitar objetivos alcançados

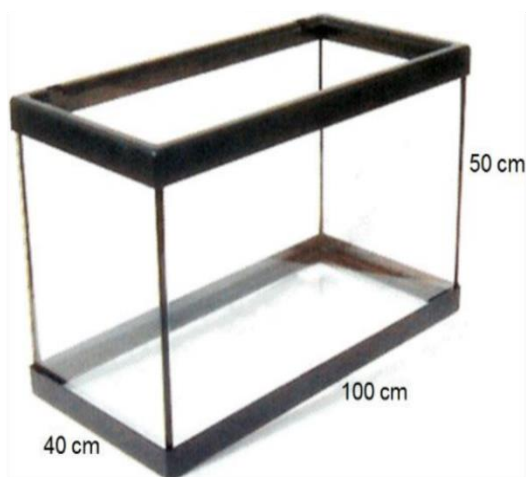
7º - Resolução do problema

(Diálogo e discussão)

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir das obras de Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2014, p.81), Munhoz (2015, p.161) e Berbel (1995, p.15-18)

**ANEXOS****Anexo A - Problema estruturado do banco de itens do SIMAVE****QUESTÃO 26**

Um aquário tem o formato de paralelepípedo retangular e suas dimensões estão indicadas na figura.



([www.bettabrasil.com.br/artigo\\_001.asp](http://www.bettabrasil.com.br/artigo_001.asp). Acesso: 23/10/2012.)

Sabendo que  $1 \text{ cm}^3$  equivale a 1 mL, a capacidade máxima, em litros, de água que pode ser colocada nesse aquário é

- A) 2.                      B) 9.                      C) 200.                      D) 200 000.

**CÓDIGO DA PROVA: 3648870**

## Anexo B – Teorema do volume de um Paralelepípedo reto retângulo

**Teorema.** *O volume de um paralelepípedo reto retângulo de dimensões  $a, b, c \in \mathbb{R}_+$  é dado pelo produto das dimensões, ou seja,  $V = abc$ .*

### Demonstração:

Inicialmente vamos supor que exista um paralelepípedo cujas dimensões sejam números racionais. Como estes números são racionais podemos sempre exibí-los com um mesmo denominador, ou seja, as dimensões do paralelepípedo serão dadas pelos números racionais  $x/q, y/q$  e  $z/q$ , com  $x, y, z$  e  $q \in \mathbb{N}$ .

Decompondo as três arestas do paralelepípedo em segmentos de comprimento  $1/q$ , teremos que as arestas  $x/q, y/q$  e  $z/q$ , serão divididas em  $x, y$  e  $z$  partes, respectivamente. Portanto, o paralelepípedo foi decomposto em  $x \cdot y \cdot z$  cubos de aresta  $1/q$ . Sabemos que o volume de um cubo cuja aresta é  $1/q$  é dado por  $V = (1/q)^3$ , como o paralelepípedo foi decomposto em  $x \cdot y \cdot z$  cubos, temos

$$V_{\text{par.}} = x \cdot y \cdot z \cdot \left(\frac{1}{q}\right)^3 = \frac{x}{q} \cdot \frac{y}{q} \cdot \frac{z}{q}$$

Deste modo, o volume de um paralelepípedo cujas dimensões são dadas por números racionais é o produto das dimensões. Assim, dado um paralelepípedo cujas dimensões são  $a, b, c \in \mathbb{Q}_+$ , o seu volume é  $V = abc$ .

Resta mostrar que quando ao menos uma destas dimensões é um número irracional, o teorema também é válido.

Consideremos, então, um paralelepípedo  $I$  cujas dimensões são dadas pelos números  $a, b$  e  $c$ , sendo que ao menos uma das dimensões é um número irracional. Queremos mostrar que  $V_I = abc$ .

Considere um número  $x$  de tal forma que ele seja menor que  $a \cdot b \cdot c$ . Podemos encontrar números racionais  $r, s$  e  $t$  tais que  $r < a, s < b$  e  $t < c$ , tão próximos de  $a, b, c$ , quanto se deseje de tal forma que  $x < rst < abc$ . Desta maneira, o paralelepípedo  $I$  contém um paralelepípedo  $Q$  menor, cujas arestas são  $r, s$  e  $t$ , logo,  $x < rst = V_Q < V_I$ , ou seja,  $x < V_I$ .

Por um raciocínio análogo considerando um número  $y > abc$ , podemos encontrar números racionais  $u, v$  e  $w$  tais que  $u > a, v > b$  e  $w > c$ , tão próximos de  $a, b$  e  $c$ , quanto se deseje de tal forma que  $abc < uvw < y$ . Desta maneira, o paralelepípedo  $I$  está contido em um paralelepípedo  $R$ , maior, cujas arestas são  $u, v$  e  $w$ , logo,  $V_I < uvw = V_R < y$ , ou seja,  $V_I < y$ .

Como  $x < abc < y$ , segue que  $V_I = abc$ .

## Anexo C - Conta de energia para o desenvolvimento da atividade 3


**CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.**  
 CNPJ 06.981.180/0001-16  
 Inscr. Estadual 062.322136.0087  
 Av. Barbacena, 1200 - 17º Andar - Ala A1  
 Santo Agostinho - CEP 30.190-131  
 Belo Horizonte - MG - Brasil

**Nota Fiscal - Conta de Energia Elétrica**  
 Série: U1      NF: 062204302  
 Controle:  
 02.104/R4SODBB972/0124

Emissão: 24/09/2018      Impressão: 24/09/2018 08:35:34      Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE criado pela  
 Emissão autorizada pelo Regime Especial/PTA N° 45.000009762.37 - SEF/MG      Lei n° 10.438 de abril de 2002

**Nº DO CLIENTE:**

Nº da Instalação	Subclasse	Classe
	RESIDENCIAL	
Dados de Leitura		
Anterior	Atual	Próxima
24/08	24/09	26/10
Modalidade Tarifária		
Tarifa Convencional		

UBERLANDIA - MG

MIDIDOR Nº: ARC:

Tipo de Medição	Informações Técnicas		Constante de Medição	Consumo
	Leitura Anterior	Leitura Atual		
Energia Elétrica	1181	1322	1	141

VALORES FATURADOS			
Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)
Energia Elétrica kWh	141	0,96490909	136,03
ENCARGOS/COBRANÇAS			
Descrição			Valor R\$
Contrib.Custeio Ilum. Pública	TARIFAS APLICADAS(Sem Impostos)		18,09
Energia Elétrica kWh	0,63684000		
Bandeira Vermelha	ADICIONAL BANDEIRAS (Já incluído no Valor a Pagar)		10,66

RESERVADO AO FISCO  
4522.40AB.DEAE.0024.FC5F.49C7.B3F0.C5A2

REFERENTE A	VENCIMENTO	VALOR A PAGAR
SET/2018	18/10/2018	R\$ 154,12
Base de Cálculo (R\$):		
ICMS	136,03	Alíquota%: 30
PASEP	136,03	0,74
COFINS	136,03	3,26
Valor (R\$):		
		R\$ 40,81
		R\$ 1,00
		R\$ 4,43
Histórico do Consumo		
Mês/Ano	Consumo kWh	Medida kWh/dia
AGO/2018	150	4,83
JUL/2018	128	4,41
JUN/2018	154	4,96
MAI/2018	154	5,13
ABR/2018	149	4,96
MAR/2018	164	5,05
FEV/2018	60	1,87
JAN/2018	8	0,27
DEZ/2017	28	0,96
NOV/2017	29	0,87
OUT/2017	14	0,48
SET/2017	15	0,50
Dias de Faturam.		
		31
		29
		31
		30
		30
		28
		32
		29
		29
		33
		29
		30
REAVISO DE CONTAS VENCIDAS / DÉBITOS ANTERIORES		

## Anexo D - Texto para trabalhar Energia Consumida

POR UMA NOVA ATITUDE



Consumo

Explorar o tema

### TEXTO 1

#### Uso racional de energia

A energia não tem uma fonte inesgotável. Toda energia utilizada em nossas atividades diárias provém de alguma transformação. Em nosso país, em particular, a energia elétrica é principalmente obtida da energia cinética da água ou da energia proveniente da queima de combustíveis, como gás natural, biomassa e derivados do petróleo. Veja essa reportagem de fevereiro de 2014 sobre a produção e o uso da energia elétrica.

#### Usinas térmicas atingem pico histórico de geração de energia

O severo grau de seca nos reservatórios das hidrelétricas do Sudeste e do Centro-Oeste, em momento de picos de consumo, levou o país a um patamar recorde de exigência de produção em suas usinas térmicas convencionais (exceto as nucleares) que geram energia elétrica.

O custo da energia gerada por uma usina térmica pode superar em 50% o da produção por uma hidrelétrica.

Fonte: LIMA, S. Usinas térmicas atingem pico histórico de geração de energia. Folha de S.Paulo, 12 fev. 2014. Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/02/1410939-usinas-termicas-atingem-pico-historico-de-geracao-de-energia.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/02/1410939-usinas-termicas-atingem-pico-historico-de-geracao-de-energia.shtml)>. Acesso em: dez. 2014.

Por causa do aumento do consumo de energia, o país precisou complementar a oferta de energia para a população, utilizando as usinas térmicas que geram energia elétrica a um custo maior que as usinas hidroelétricas.

Você sabe qual é o consumo de energia elétrica de sua casa? Quais são os hábitos de seus familiares? Seria possível propor medidas para economizar energia? O uso racional de energia elétrica, além de ter um impacto no planejamento financeiro de sua família, também traz economia para as contas públicas.

### TEXTO 2

#### Cálculo do consumo de energia elétrica

A **potência elétrica** é definida como energia elétrica por unidade de tempo, uma vez que no Sistema Internacional de Unidades (SI) a potência é medida em **watt (W)**.

Os medidores conhecidos como “relógios de luz” medem o consumo de **energia elétrica** e o expressam em **quilowatt-hora (kWh)**. Para compreender o significado dessa medida, basta relacionar estas grandezas: o consumo de energia é dado pela potência do aparelho multiplicado pela quantidade de horas que ele permanece ligado.

Por exemplo, suponha que um chuveiro elétrico de potência ( $P$ ) 4.400 W seja utilizado uma hora por dia, durante um mês, ou 30 dias. Precisamos acertar as unidades de medida, dando a potência em kW e o tempo em horas:

- A potência de 4.400 W equivale a 4 kW.
- O tempo de 1 h por dia em 30 dias equivale a 30 h.

Assim, para saber a quantidade de energia ( $E$ ) consumida pelo chuveiro em um mês, multiplicamos a potência pelo tempo:

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$E = 4,4 \text{ kW} \cdot 30 \text{ h} = 132 \text{ kWh}$$



Para chegar ao custo financeiro do uso do chuveiro, basta multiplicar o valor unitário da energia fornecida (tarifa) pelo total de energia gasta. Se o kWh custa R\$ 0,26, então o valor a ser pago é:

$$\begin{aligned} \text{Custo do uso do chuveiro} &= \\ &= \text{R\$ } 0,26/\text{kWh} \cdot 132 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\text{Custo do uso do chuveiro} = \text{R\$ } 34,32$$

Ou seja, o uso diário do chuveiro por 1 h, durante um mês, resulta em um gasto de 132 kWh de energia, o que significa R\$ 34,32.

## Anexo E – Parecer do CEP – Aprovando a Aplicação da Pesquisa

	<b>HOSPITAL E MATERNIDADE DONA IRIS</b>									
<b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b>										
<b>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</b>										
<b>Título da Pesquisa:</b> MATEMÁTICA COM GEOGEBRA: A ARTE DE FAZER NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA.										
<b>Pesquisador:</b> GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO										
<b>Área Temática:</b>										
<b>Versão:</b> 1										
<b>CAAE:</b> 86218618.2.0000.8058										
<b>Instituição Proponente:</b> Universidade Federal de Goiás - UFG										
<b>Patrocinador Principal:</b> Financiamento Próprio										
<b>DADOS DO PARECER</b>										
<b>Número do Parecer:</b> 2.600.433										
<b>Apresentação do Projeto:</b>										
Projeto de forma sucinta e bem descrito, com os termos apresentados de forma clara.										
<b>Objetivo da Pesquisa:</b>										
Compreender como o uso do software GeoGebra, como uma tecnologia da informação e comunicação (TIC), pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem da matemática e geometria de alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola estadual de ensino do Estado de Minas Gerais										
<b>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</b>										
Tendo em vista que nenhuma pesquisa é isenta de risco, o desenvolvimento do projeto oferece risco quase zero, à integridade física, moral, intelectual e emocional, dos que dispuserem a participar. Todas as atividades são de livre arbítrio, não é obrigatório, logo não existe punição aos que não tiverem mais interesse a continuar com o projeto. Haverá a solicitação aos pais/responsáveis no caso de houver o registro e veiculação de imagens independente da idade, bem como a participação do projeto. O maior risco seria a identificação dos participantes, porém tudo será editado e usados nomes fictícios, mantendo o sigilo e a integridade daqueles que são sujeitos da pesquisa.										
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><b>Endereço:</b> EMILIO POVOA</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Bairro:</b> VILA REDENCAO</td> <td><b>CEP:</b> 74.845-250</td> </tr> <tr> <td><b>UF:</b> GO</td> <td><b>Município:</b> GOIANIA</td> </tr> <tr> <td><b>Telefone:</b> (62)3956-8860</td> <td><b>E-mail:</b> centrodeestudoshmdi@gmail.com</td> </tr> </table>			<b>Endereço:</b> EMILIO POVOA		<b>Bairro:</b> VILA REDENCAO	<b>CEP:</b> 74.845-250	<b>UF:</b> GO	<b>Município:</b> GOIANIA	<b>Telefone:</b> (62)3956-8860	<b>E-mail:</b> centrodeestudoshmdi@gmail.com
<b>Endereço:</b> EMILIO POVOA										
<b>Bairro:</b> VILA REDENCAO	<b>CEP:</b> 74.845-250									
<b>UF:</b> GO	<b>Município:</b> GOIANIA									
<b>Telefone:</b> (62)3956-8860	<b>E-mail:</b> centrodeestudoshmdi@gmail.com									
Página 01 de 03										



## HOSPITAL E MATERNIDADE DONA IRIS



Continuação do Parecer: 2.600.433

### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa aprovada

### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos apresentados de forma correta e dentro das recomendações

### Recomendações:

aprovado

### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

não existe pendências

### Considerações Finais a critério do CEP:

Decisão em reunião do colegiado

### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1085185.pdf	23/03/2018 14:45:11		Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	23/03/2018 14:39:58	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	23/03/2018 14:34:41	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	termo_de_anuencia_escola.pdf	03/03/2018 18:35:50	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	termo_de_anuencia_superintendencia.pdf	03/03/2018 18:32:58	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	termo_de_compromisso.pdf	03/03/2018 18:29:06	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	01_carta_de_encaminhamento_de_protocolos.pdf	03/03/2018 18:26:31	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	03/03/2018 18:23:47	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_final_brochura.pdf	03/03/2018 18:14:49	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	Questionario_entrevista.pdf	03/03/2018 18:13:57	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	Questionario_final.pdf	03/03/2018 18:12:59	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	Questionario_inicial.pdf	03/03/2018 18:12:08	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Outros	Curriculo_lattes_Geovani.pdf	03/03/2018	GEOVANI	Aceito

Endereço: EMILIO POVOA

Bairro: VILA REDENCAO

UF: GO

Município: GOIANIA

CEP: 74.845-250

Telefone: (62)3956-8860

E-mail: [centrodeestudoshmdi@gmail.com](mailto:centrodeestudoshmdi@gmail.com)





## HOSPITAL E MATERNIDADE DONA IRIS



Continuação do Parecer: 2.600.433

Outros	Curriculo_lattes_Geovani.pdf	18:07:31	RIBEIRO	Aceito
Outros	CURRICULO_Lattes_Fernando.pdf	03/03/2018 18:07:04	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_aluno.pdf	03/03/2018 17:59:52	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_pai.pdf	03/03/2018 17:59:43	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARAO_DE_IDENTIDADE.pdf	03/03/2018 17:59:09	GEOVANI HENRIQUE RIBEIRO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

GOIANIA, 16 de Abril de 2018

Assinado por:

Patricia Gonçalves Evangelista Marçal  
(Coordenador)

Endereço: EMILIO POVOA

Bairro: VILA REDENCAO

CEP: 74.845-250

UF: GO Município: GOIANIA

Telefone: (62)3956-8860

E-mail: centrodeestudoshmdi@gmail.com