

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E  
ENSINO DE FÍSICA

Samuel Sonego Zimmermann

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA FORMAÇÃO  
INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UM EXPERIMENTO**

Santa Maria, RS, Brasil.  
2019



**Samuel Sonogo Zimmermann**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA FORMAÇÃO  
INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UM EXPERIMENTO**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Matemática**.

Orientador: Dr. Ricardo Fajardo  
Coorientador: Dr. Rodrigo da Silva Guerra

Santa Maria, RS, Brasil.  
2019

ZIMMERMANN, SAMUEL  
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA FORMAÇÃO INICIAL  
DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UM EXPERIMENTO / SAMUEL  
ZIMMERMANN.- 2019.  
154 p.; 30 cm

Orientador: Ricardo Fajardo  
Coorientador: Rodrigo Guerra  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de  
Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, RS,  
2019

1. Teoria da carga cognitiva 2. Aprendizagem baseada  
em problemas 3. Ensino de funções I. Fajardo, Ricardo  
II. Guerra, Rodrigo III. Título.

**Samuel Sonego Zimmermann**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA FORMAÇÃO  
INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UM EXPERIMENTO**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Matemática**.

**Aprovado em 17 de dezembro de 2019:**

---

**Ricardo Fajardo, Dr. (UFSM)**  
**(Presidente/Orientador)**

---

**Ana Marli Bulegon, Dra. (UFN)**

---

**Carmen Vieira Mathias, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, RS, Brasil.

2019



*“Se eu vi mais longe, foi por estar  
de pé sobre ombros de gigantes”.*

(Isaac Newton)

## Agradecimentos

Quero antes de tudo, agradecer a Deus pela minha vida e por me guardar até hoje, minha família Josete Maria Sonogo Zimmermann, Sady Martin Zimmermann, Elisa Sonogo Zimmermann e Estevan Sonogo Zimmermann, vocês são minha fortaleza. Meus familiares por todo suporte sempre. Minha namorada Denise Lemos, por estar sempre me apoiando todo tempo e em momentos difíceis.

Como começou essa jornada? Depois de algum tempo de conversas informais com uma pessoa muito inspiradora, chamada Alice de Jesus Kozakevicius, ela me ensinou a “vender meu peixe”. Nunca me esquecerei de suas palavras. Com isso em mente, entrei no laboratório de robótica chamado TauraBot, cujo professor responsável era Rodrigo Da Silva Guerra. Ele acreditou nas minhas ideias e me deu dicas valiosas para minha entrevista na PPGMEF, posteriormente se tornou meu coorientador.

Minha querida colega Fabiane Right, que me incentivou a entrar no programa e emprestou as leituras. Então no meu destino havia cinco degraus. Como resultado, duas micro fraturas na coluna e dois meses e meio imóvel na cama. Marlei Bonacina, enfermeira que foi na ambulância, no dia do acidente, foi como uma família, mesmo estando longe de minha família, muito obrigado! Chegando o dia da seleção, minha mãe Josete e minha amiga querida Celita Beckmann me carregaram até a sala da prova.

Mesmo com todas as adversidades,consegui ser aprovado, sendo meus orientadores os professores Dr. Ricardo Fajardo e Dr. Rodrigo Da Silva Guerra, duas pessoas maravilhosas, aos quais deixo minha homenagem com a seguinte frase: “Se vi mais longe foi por estar sobre ombros de gigantes”.

Meu agradecimento aos meus colegas de Fontoura Xavier, Elvis Patrik Katz, sempre me incentivando e dando dicas, claro, nossas conversas filosóficas em casa regadas com bom café. Muito obrigado por tudo.Às minhas colegas da rede municipal de Fontoura Xavier, meu muito obrigado pelo coleguismo, aprendo e aprendi muito com todos vocês.

Meu amigo Gilmar Muniz, meu muito obrigado, muitas conversas e troca de ideias muito construtivas sempre. Quero agradecer à minha banca Carmen Mathias e Ana Bulegon, muito obrigado pelas considerações, elogios e contribuições. Agradeço aos meus colegas de PPG, em especial Gioconda Guadalupe Cristales Flôres, pela ajuda e palavras de incentivo.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à Prefeitura de Fontoura Xavier, por me possibilitar o afastamento remunerado para a conclusão do trabalho.





## RESUMO

### APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UM EXPERIMENTO

Autor: Samuel Sonogo Zimmermann  
Orientador: Ricardo Fajardo  
Coorientador: Rodrigo da Silva Guerra

A presente pesquisa tem por problemática investigar quais são as potencialidades de aprendizados de um grupo, composto por quatro estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Através de uma sequência didática nos moldes da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no ensino de funções. Ao todo, foram desenvolvidos 11 encontros, sendo um por semana no turno da tarde, com duração média de duas horas. As atividades elaboradas são compostas pelo conceito de funções afim, quadrática e aplicações. Como aporte teórico adotou-se a Teoria da Carga Cognitiva, de John Sweller. Antes do desenvolvimento do estudo, o grupo respondeu a um questionário inicial para verificar os conhecimentos prévios acerca de funções e do ABP, e um segundo questionário no final da sequência didática. Como ferramenta de coleta de dados foram constituídos o diário do pesquisador e uma planilha intitulada de fotografia do momento, servindo de apoio para cumprimento do objetivo. Realizou-se, portanto, uma pesquisa-ação, de cunho qualitativo. Analisando o primeiro questionário, foi possível identificar o desconhecimento acerca de metodologias ativas, do conceito de problema em aberto. Confrontando o diário do pesquisador e o segundo questionário com o primeiro, foi possível inferir que o ABP apresenta tanto fatores complicadores – o tempo, a preparação do professor, a construção do problema, o medo em utilizar métodos novos e as dificuldades dos alunos – como facilitadores – a interdisciplinaridade, a preparação profissional, a iniciação no método científico, a atividade prática e o trabalho em grupo.

**Palavras-chave:** Teoria da carga cognitiva. Aprendizagem baseada em problemas. Ensino de funções



## **ABSTRACT**

### **PROBLEM-BASED LEARNING IN THE INITIAL TRAINING OF THE MATHEMATICS TEACHER: AN EXPERIMENT**

**AUTHOR:** Samuel Sonogo Zimmermann

**ADVISOR:** Ricardo Fajardo

**CO-ADVISOR:** Rodrigo da Silva Guerra

The present research has as a problem to investigate what are the learning potentials of a group, composed of four students of the Mathematics Degree course at the Federal University of Santa Maria (UFSM). Through a didactic sequence along the lines of Problem Based Learning (PBL) in teaching functions. Altogether, 11 meetings were held, one per week in the afternoon shift, with an average duration of two hours. The elaborated activities are composed by the concept of affine functions, quadratic and applications. As a theoretical contribution, John Sweller's Theory of Cognitive Load was adopted. Before the development of the study, the group answered an initial questionnaire to verify previous knowledge about functions and PBL, and a second questionnaire at the end of the didactic sequence. As a tool for data collection, the researcher's diary and a spreadsheet called the photograph of the moment were created, serving as support to fulfill the objective. Therefore, a qualitative research-action was carried out. Analyzing the first questionnaire, it was possible to identify the lack of knowledge about active methodologies, the concept of open problem. By comparing the researcher's diary and the second questionnaire with the first, it was possible to infer that PBL has so many complicating factors - time, teacher preparation, problem construction, fear of using new methods and students' difficulties - such as facilitators - interdisciplinarity, professional preparation, initiation into the scientific method, practical activity and group work.

**Keywords:** Theory of Cognitive Load. Problem-Based Learning. Teaching functions.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de possibilidades .....	45
Figura 2 - Mapeamento do problema introdutório .....	46
Figura 3 - Mapeamento do problema 1 .....	47
Figura 4 - Mapeamento do problema 2 .....	48
Figura 5 - Tempestade de ideias do participante A2 referente ao problema introdutório .....	53
Figura 6 - Tempestade de ideias individual do participante A1 .....	54
Figura 7 - Tempestade de ideias do participante A4 referente ao problema introdutório .....	55
Figura 8 - Tempestade de ideias do participante A3 referente ao problema introdutório .....	55
Figura 9 - Relatório parcial Grupo A referente ao problema introdutório .....	56
Figura 10 - Relatório parcial do Grupo B referente ao problema introdutório.....	58
Figura 11 - Tempestade de ideias do participante A5, referente ao problema I.....	60
Figura 12 - Tempestade de ideias do participante A1, referente ao problema I.....	61
Figura 13 - Tempestade de ideias do participante A2, referente ao problema I.....	62
Figura 14 - Tempestade de ideias do participante A3, referente ao problema I.....	63
Figura 15 - Relatório parcial do grupo A, referente ao problema I.....	64
Figura 16 - Relatório parcial do grupo B, referente ao problema I .....	65
Figura 17 - Velas utilizadas no experimento do problema I.....	71
Figura 18 - Método de mínimos quadrados utilizado pelo grupo A.....	77
Figura 19 - Gráfico da vela 1 do grupo A, referente ao problema I .....	80
Figura 20 - Gráfico da vela 2 do grupo A, referente ao problema I .....	80
Figura 21 - Gráfico da vela 3 do grupo A, referente ao problema I .....	81
Figura 22 - Gráfico da vela 1 do grupo B, referente ao problema I .....	83
Figura 23 - Gráfico da vela 2 do grupo B, referente ao problema I .....	84
Figura 24 - Gráfico da vela 3 do grupo B, referente ao problema I .....	84
Figura 25 - Tempestade de ideias de A3, referente ao problema II.....	88
Figura 26 - Tempestade de ideias de A5, referente ao problema II.....	89
Figura 27 - Tempestade de ideias do participante A1, referente ao problema II .....	90
Figura 28 - Relatório parcial do grupo A, referente ao problema II.....	91
Figura 29 - Relatório parcial do grupo B, referente ao problema II.....	92
Figura 30 - Representação do questionamento.....	99
Figura 31 - Representação das funções .....	101

Figura 32 - Dados do problema II do grupo A.....	106
Figura 33 - Gráfico da regressão obtida dos dados problema II .....	107
Figura 34 - Dados do problema II do grupo B .....	108
Figura 35 - Exemplos de respostas da questão 8 (Questionário Inicial).....	113
Figura 36 - Exemplo de resposta da questão 8b (Questionário Inicial) .....	114
Figura 37 - Exemplo de resposta da questão 8C (Questionário Inicial).....	114
Figura 38 - Exemplo de resposta da questão 9 (Questionário Inicial) .....	115
Figura 39 - Exemplo de mapa apresentado pelos participantes .....	116
Figura 40 - Exemplo de resposta questão 1 (Questionário Final).....	118
Figura 41 - Exemplo de resposta da questão 2 (Questionário Final) .....	118
Figura 42 - Exemplos de justificativa para atividade em grupo ABP (Questionário Final) ..	120
Figura 43 - Exemplos de respostas questão 4 (Questionário Final) .....	121
Figura 44 - Exemplos de Justificativas referente a interdisciplinaridade (Questionário Final) .....	122
Figura 45 - Exemplos de respostas questão 6 (Questionário Final).....	123
Figura 46 - Exemplo de resposta questão 7 (Questionário Final).....	125

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeitos da carga cognitiva .....	30
Quadro 2 - Processo da ABP .....	34
Quadro 3 - Etapas do desenvolvimento dos problemas.....	42
Quadro 4 - Atividades desenvolvidas durante os encontros.....	51
Quadro 5 - Grupos e participantes .....	56
Quadro 6 - Formação dos grupos do problema I.....	63
Quadro 7 - Hipóteses e informações da pesquisa dos grupos.....	70
Quadro 8 - Dados do grupo A referente ao problema 1. ....	77
Quadro 9 - Dados do grupo B referente ao problema I.....	78
Quadro 10 - Questionamentos sugeridos.....	79
Quadro 11 - Resultado apresentados pelo grupo A, referente ao problema I.....	79
Quadro 12 - Destaques da autoavaliação do grupo A, referente ao problema I.....	82
Quadro 13 - Resultado apresentados pelo grupo B, referente ao problema I.....	83
Quadro 14 - Destaques da autoavaliação do grupo A, referente ao problema I.....	85
Quadro 15 - Formação dos grupos problema II.....	87
Quadro 16 - Perguntas durante a pesquisa II.....	97
Quadro 17 - Hipóteses e informações da pesquisa dos grupos no problema II.....	98
Quadro 18 - Dados do grupo A em relação ao problema II .....	100
Quadro 19 - Dados do grupo B em relação ao problema II.....	100
Quadro 20 - Destaques da autoavaliação do grupo A .....	109
Quadro 21 - Destaques da autoavaliação do grupo B.....	110





## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABP	Aprendizagem baseada em problemas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PPGEMEF	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGA	Teoria Geral da Administração
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	23
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	25
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
<b>2 APORTE TEÓRICO</b> .....	27
2.1 TEORIA DA CARGA COGNITIVA .....	27
2.1.1 Carga intrínseca.....	28
2.1.2 Carga estranha.....	29
2.1.3 Carga relevante.....	29
2.1.4 Efeitos da Carga Cognitiva.....	30
2.2 METODOLOGIAS ATIVAS .....	31
2.2.1 Aprendizagem Baseada em Problemas.....	33
2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	35
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS .....	36
<b>3 CAMINHOS METODOLÓGICOS</b> .....	41
3.1 CONSTRUÇÃO DOS PROBLEMAS .....	44
3.2 PROBLEMA INTRODUTÓRIO DENOMINADO PLANTANDO FEIJÕES .....	46
3.3 PROBLEMA DENOMINADO QUEIMA DA VELA .....	47
3.4 PROBLEMA DENOMINADO DESCENDO A LADEIRA .....	48
<b>3 RELATOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	51
4.1 PRIMEIRO ENCONTRO .....	51
4.2 SEGUNDO ENCONTRO .....	52
3.3TERCEIRO ENCONTRO.....	60
4.4 QUARTO ENCONTRO.....	69
4.5 QUINTO ENCONTRO .....	71
4.6 SEXTO ENCONTRO .....	76
4.7 SÉTIMO ENCONTRO .....	78
4.8 OITAVO ENCONTRO .....	87
4.9 NONO ENCONTRO .....	97
4.10 DÉCIMO ENCONTRO.....	99

4.11 DÉCIMO PRIMEIRO ENCONTRO .....	106
<b>5 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS .....</b>	<b>112</b>
5.1 QUESTIONÁRIO INICIAL .....	112
5.2 QUESTIONÁRIO FINAL .....	117
<b>6 RESPOSTA DA PERGUNTA DE PESQUISA.....</b>	<b>126</b>
<b>7 FENDAS CONCLUSIVAS.....</b>	<b>130</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL .....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE C - TCLE.....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE D - TERMO DE CONFIDENCIALIDADE.....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE E - ROTEIRO PARA A CONFECÇÃO DO RELATÓRIO FINAL .....</b>	<b>146</b>
<b>APÊNDICE F - FOTOGRAFIA DO MOMENTO FASE DE ANÁLISE DO PROBLEMA.....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE G - FOTOGRAFIA DO MOMENTO FASE DO EXPERIMENTO.....</b>	<b>150</b>
<b>APÊNDICE H - FICHA DE OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES .....</b>	<b>152</b>
<b>ANEXO A - FICHA DE RELATÓRIO PARCIAL.....</b>	<b>154</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No primeiro semestre de 2016, obtive<sup>1</sup> o título de licenciado em matemática pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Ao concluir a graduação não tinha certeza de qual área seguir, pois meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) era voltado à matemática aplicada, tendo como enfoque a análise de equações diferenciais e de sistemas de equações diferenciais. Analisando as opções dos Programas de Pós-Graduação da mesma universidade, optei por ingressar como aluno especial no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física (PPGEMEF) dessa instituição, cumprindo dois semestres. Essa experiência tornou-se fundamental na decisão de qual área seguir.

Em 2 de março de 2017, fui nomeado professor de matemática no município de Fontoura Xavier, atuando nas séries finais do ensino fundamental. Essa vivência foi muito importante para perceber que os alunos, na maioria das vezes, apresentam pouca motivação ou não se sentem responsáveis por sua aprendizagem, tornando as aulas expositivas pouco atrativas.

Ao buscar respostas para os desafios da prática docente e ao estudar sobre as metodologias chamadas “Metodologias Ativas”, estas me chamaram muita atenção pelo fato de possibilitarem o trabalho em grupo de forma mais eficiente, resultando, assim, no maior comprometimento dos alunos com seus processos de aprendizagem. Percebi aí um campo profícuo de pesquisa. Decidi, então, ingressar no Programa de Pós-Graduação PPGEMEF, no final do primeiro semestre de 2017.

Como existem várias metodologias classificadas como metodologias ativas, neste trabalho, em específico, foi usada a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)<sup>2</sup>. Esta metodologia mostra indício de alcançar a automotivação dos alunos, uma vez que relaciona o cotidiano deles com os conhecimentos adquiridos na escola, capacitando-os a resolver problemas.

Delimitei trabalho no ensino de funções, em específico com função afim e função quadrática e aplicações, conteúdos estudados no primeiro ano do ensino médio. Através dessas considerações, tornou-se conveniente investigar essa metodologia com alunos de licenciatura em matemática, acarretando uma experiência com futuros professores que poderiam replicar as experiências adquiridas nesta pesquisa em sua sala de aula.

---

<sup>1</sup>Por se tratar uma justificativa de cunho pessoal nessa introdução será usada primeira pessoa do singular, no entanto, ao longo da dissertação será usada primeira pessoa do plural.

<sup>2</sup> O termo em inglês *Problem Based Learning* (PBL).

A importância deste estudo também mostra a escassez de trabalhos, visto que grande parte desse tipo de proposta é usada principalmente nas engenharias, ensino de química e física entre outras. Mas em matemática é praticamente nula. Portanto é necessário o desenvolvimento de proposições que possibilitem aos alunos o pensamento crítico e os preparem para o mercado de trabalho, não somente com conhecimentos específicos, mas habilitá-los com ferramentas e estratégias que permitam o rompimento do paradigma do ensino tradicional, focado na memorização e na replicação de informações apenas apresentadas pelo professor.

Percebi consonância com a nova Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) do ensino médio, a qual, ao oferecer um conjunto de orientações que deverá nortear os currículos das escolas, propõe a ampliação da autonomia, do protagonismo e da autoria nas práticas de diferentes linguagens, na identificação e na crítica aos diferentes usos das linguagens, explicitando seu poder no estabelecimento de relações, na apreciação e na participação em diversas manifestações artísticas e culturais, e no uso criativo das diversas mídias.

A presente dissertação é estruturada em sete capítulos. No segundo capítulo, apresentarei a conceituação dos fundamentos teóricos que nortearam esta pesquisa, ou seja, um olhar da Teoria da Carga Cognitiva e as Metodologias Ativas, uma breve visão histórica de seu surgimento, e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). No fim, será feito um levantamento de trabalhos que tiveram como foco a ABP no ensino de funções.

No terceiro capítulo será descrita a questão metodológica da pesquisa, a saber: pesquisa-ação, realizada com estudantes do curso de licenciatura matemática UFSM. Seu planejamento prévio se constitui por meio de uma sequência didática que combinou as teorias mencionadas anteriormente. Foram realizados encontros semanais com esses estudantes, quando foram trabalhados problemas envolvendo o conceito de funções afim, quadrática e aplicações.

No quarto, serão relatados os principais fatos observados durante as atividades, os dados obtidos nos relatórios de cada atividade, os ajustes das atividades e as dificuldades durante o desenvolvimento da sequência didática.

No quinto capítulo, farei uma comparação entre os dados obtidos no questionário inicial, oferecido antes do início do estudo e o questionário final, entregue no último encontro. Além da análise dos dados, constarão comentários sobre a evolução do desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos trabalhados.

No sexto capítulo, serão feitas reflexões acerca dos resultados obtidos na pesquisa, quando se procurará responder a questão norteadora do trabalho e elencar os pontos favoráveis e desfavoráveis na utilização da metodologia.

Por fim, no sétimo capítulo, serão apresentadas as aprendizagens do pesquisador na realização da pesquisa, juntamente com as possibilidades de sua continuidade.

### 1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Quais são as potencialidades de aprendizados dos estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Santa Maria, em atividades baseadas na Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de funções?

### 1.2 OBJETIVO GERAL

Investigar e denotar as potencialidades de aprendizados dos estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Santa Maria, em atividades baseadas na Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de funções.

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar uma sequência didática nos moldes de Zabala (1998), a fim de auxiliar no estudo de conceitos e ensinode funções.
2. Prepararproblemas com base na ABP no campo de funções afim, quadrática e aplicações.
3. Analisar os conhecimentos prévios de funções dos estudantes de Licenciatura em Matemática.
4. Criar um diário de pesquisador ao longo das atividades e uma planilha de Fotografia do momento.
5. Analisar os dados obtidos na Fotografia do momento, nos relatórios dos problemas, nos questionários inicial e final.





## 2 APORTE TEÓRICO

Este capítulo é dividido em duas partes, na primeira serão apresentados os fundamentos teóricos da Teoria da Carga Cognitiva e suas contribuições para o desenvolvimento da pesquisa e, na segunda, uma conceituação de Metodologias Ativas, uma visão histórica de seu surgimento e, a seguir, os principais conceitos da ABP.

### 2.1 TEORIA DA CARGA COGNITIVA

A Teoria da Carga Cognitiva foi elaborada por John Sweller, psicólogo australiano, professor emérito da Universidade de New South Wales, em Sydney, na Austrália, autor de mais de 80 publicações acadêmicas.

Segundo Souza (2010), no ano de 1982, Sweller, continuando suas investigações a partir de experimentos de como tarefas complexas possibilitam a aprendizagem, buscou aprofundar-se na importância da resolução de problemas para a aprendizagem, realizando experimentos com alunos universitários. Percebeu, então, que o processo de solucionar os problemas se localiza no que chamou mais tarde de Memória de Trabalho. Na tentativa de minimizar essa sobrecarga efetuou novas pesquisas, utilizando outras técnicas, como, por exemplo, as técnicas “problemas sem objetivos específicos” e a dos “exemplos resolvidos”.

A Teoria da Carga Cognitiva se baseia em esquemas e na automatização deles, para reduzir a carga cognitiva. Presume-se que os esquemas permitam a muitos elementos serem tratados como um único elemento na Memória de Trabalho e, como resultado, mais capacidade de Memória de Trabalho é liberada. Ele também pode ser definido como estruturas mentais, utilizadas para organizar o conhecimento (SWELLER, 2003).

Segundo Atkinson e Shiffrin (1968), a estrutura cognitiva é dividida em três componentes estruturais: O registro sensorial, a memória de curto prazo e a memória de longo prazo. O registro sensorial tem a função de gerar registros de estímulos apresentados, os quais podem ser auditivos, verbais ou linguísticos. Portanto, o estímulo externo é registrado e “transferido” para a memória de curto prazo também chamada de “memória de trabalho” do indivíduo. Importante ressaltar que “transferir” não significa remoção de memória e, sim, cópia de registro. Esse registro pode ser excluído ou transferido para a memória de longo prazo.

Essa memória, segundo o autor, é relativamente permanente, pois pode haver perda ou decaimento. Ainda existem registros nessa memória que não são classificáveis em nenhuma das modalidades sensoriais ou de memória de curto prazo, como o caso da memória temporal.

Sweller (2003) propõe a existência de três cargas que compõem o processo de aprendizagem, as quais são responsáveis pela facilitação na formação de esquemas, sendo elas: carga intrínseca, carga estranha e carga relevante. Falaremos mais detalhadamente de cada uma destas cargas que são fundamentais na formulação das atividades, tornando os conteúdos mais compatíveis com a capacidade de aprendizagem.

### 2.1.1 Carga intrínseca

A carga intrínseca é a carga cognitiva contida no próprio conteúdo, ou seja, é a complexidade intelectual de tal informação, ou ainda, é um conjunto de esquemas intrínsecos (internos) do conteúdo. Sweller e Chandler (1994) postulam que a informação é composta de elementos que podem interagir entre si. Quando ocorre tal interação de elementos, a complexidade da informação aumenta, e esse fenômeno é chamado pelos teóricos de “interatividade de elementos”. Oliveira e Moreira (2016, p. 33) dizem: “A estrutura intrínseca da informação é inalterável. Dessa maneira, o instrutor (professor) deverá reduzir a carga intrínseca da informação dividindo ela em estruturas menores quando a carga cognitiva da instrução for muito alta”.

Essa carga não é possível reduzir, mas gerenciar. Para aprender um procedimento específico, devem-se “mapear” os elementos que o compõem, tornando mais clara a correlação entre os conteúdos: quanto mais os conteúdos estiverem relacionados, maior será a carga intrínseca do conhecimento a ser aprendido. No caso da matemática, é fácil perceber que os conteúdos estão sempre relacionados em muitas formas, como podemos perceber em:

1. O eixo  $x$  é uma linha horizontal graduada; O eixo  $y$  é uma linha vertical graduada. Estes dois cruzam no ponto zero em ambos os eixos, chamados a origem, e estão em ângulos retos porque um é vertical e o outro horizontal.
  2.  $P$  em  $P(x, y)$  refere-se ao ponto relevante em ambos os sistemas algébrico e geométrico.
  3.  $x$  em  $P(x, y)$  refere-se a uma localização  $x$  no eixo  $x$ .
  4.  $y$  em  $P(x, y)$  referem-se a um local  $y$  no eixo  $y$ .
  5. Desenhe uma linha a partir de  $x$  no eixo  $x$  em ângulos retos em relação ao eixo.
  6. Desenhe uma linha de  $y$  no eixo  $y$  em ângulo reto em relação ao eixo.
  7. O ponto em que essas duas linhas se encontram é  $P(x, y)$ .
- (SWELLER; CHANDLER, 1994, p. 190-191)

Portanto, são apresentados sete elementos que, supostamente, um aluno deverá saber para aprender a localizar pontos no plano. Este gerenciamento pode ser através de fragmentação da atividade proposta, tornando número de esquemas a serem “processados” em cada encontro adequado e não sobrecarregando a memória de trabalho. Tornar um ambiente propício para a formação de esquemas poderá facilitar a aprendizagem.

### 2.1.2 Carga estranha

A carga estranha, carga alheia ou carga ineficaz (ARTINO, 2008) é aquela carga contida na comunicação entre o aprendiz e professor. Essa carga deve ser sempre minimizada, ou seja, o professor deve ter habilidade de apresentar ou “passar” as informações de forma eficiente. Essa carga consiste em parte irrelevante ao aprendizado do aluno, informações, afirmações ou conceitos que não estão ligados com o conceito central do que a aula ou uma informação é apresentada. Toda a capacidade de memória de trabalho necessária para atividades que, como tal não contribuem para alcançar os objetivos específicos, é considerada estranha. Por exemplo:

Estudantes de farmácia de graduação que têm pouca ou nenhuma experiência anterior com um ambiente de trabalho autêntico simulado tendem a se concentrar mais em estímulos ambientais e menos em raciocínio clínico quando praticam em tal ambiente em comparação com fora de tal ambiente. Se o objetivo de um exercício é fazer com que os alunos aprendam como lidar com estímulos específicos (por exemplo, telefone tocando, colegas que passam, arquivos de pacientes) em um ambiente de trabalho, carga cognitiva devido a lidar com esses estímulos é Intrínseca. No entanto, se o foco de um exercício é o raciocínio clínico, a carga cognitiva devido a estímulos ambientais pode ser considerada Estranha, porque elimina os recursos de memória de trabalho que poderiam ser usados para o raciocínio clínico. Começar com a prática fora desse ambiente de trabalho pode, então, ajudar educadores e instrutores a fazer com que os alunos se concentrem no desenvolvimento do raciocínio clínico. (LEPPINK, 2017, p. 387)

Pensando em alunos de licenciatura em matemática encenando um ambiente de trabalho, a escola por exemplo, poderiam ser simulados diversos fatos que ocorrem em uma ambiente escolar. Se a proposta principal for simular esses fatos, a carga será considerada intrínseca, mas se for o desenvolvimento da didática de um conteúdo, a carga dos estímulos externos será estranha e assim, muito provavelmente, sobrecarregará a memória de trabalho.

Em suma, as tarefas de aprendizagem devem ser projetadas, tendo como objetivos um aprendizado bem claro e específico, pois eles ajudarão a determinar quais conceitos são essenciais para atingir determinada meta, ou seja, o que for essencial para atingir o aprendizado é carga intrínseca e o que não for essencial, trazendo dificuldades para alcançar os objetivos, é considerada carga estranha.

### 2.1.3 Carga relevante

Segundo Leppink (2017), existem alguns teóricos que julgam principais a carga intrínseca e a carga estranha, entretanto não desconsideram a existência da carga relevante. Nesse caso, é considerada a carga cognitiva contida na memória de trabalho para lidar com a

carga intrínseca, ou a parte da carga intrínseca que beneficia a aprendizagem. Se nenhuma parte intrínseca é tratada com sucesso, a carga relevante é considerada zero, à parte da aprendizagem. Ainda, Artino (2008) entende o resultado de processos cognitivos benéficos, como, por exemplo, a abstração. Quando a carga intrínseca e a estranha são adequadas, ou seja, quando não ultrapassarem a carga de trabalho disponível, então os alunos poderão utilizar esse espaço em processos cognitivos de construção de esquemas.

#### 2.1.4 Efeitos da carga cognitiva

A Teoria da Carga Cognitiva sugere que devemos ter muita atenção aos efeitos que um material pode gerar sobre o processo cognitivo. Ao desenvolver uma atividade, devem ser consideradas: a carga intrínseca que o material possui, a carga relevante necessária para a aprendizagem do material e a carga alheia que não está relacionada à aprendizagem.

Segundo Sweller e Merriënboer (2005), temos no Quadro 1 alguns efeitos estudados pela Teoria da Carga Cognitiva e o motivo por que reduzem a carga cognitiva.

Quadro 1 - Efeitos da carga cognitiva

Efeito de problemas sem objetivo ( <i>Goal-free effect</i> )	Substitua os problemas convencionais com objetivo específico por problemas com objetivo mais amplos. Reduza carga cognitiva estranha causada por relacionar um problema atual em um objetivo e tente reduzir as diferenças entre eles. Concentre a atenção do aprendiz em estados problemáticos e operadores disponíveis.
Efeito de exemplos resolvidos ( <i>Worked example Effect</i> ):	Substitua os problemas convencionais por exemplos resolvidos que devem ser cuidadosamente estudados. Reduza a carga cognitiva estranha causada pela resolução de problemas do método fraco. Concentre a atenção do aprendiz sobre estados problemáticos e etapas de solução úteis.
Efeito de problemas incompletos ( <i>Completion problem effect</i> ):	Substitua os problemas convencionais por problemas incompletos, fornecendo uma solução parcial que deve ser completada pelos aprendentes. Reduza a carga cognitiva estranha, porque dar parte da solução reduz o tamanho do problema. Foque a atenção no problema e nas etapas de solução úteis.
Efeito da atenção dividida ( <i>Split attention effect</i> ):	Substitua várias fontes de informação (imagens frequentes e texto que acompanha) por uma única fonte de informação integrada. Reduza a carga cognitiva estranha porque não há necessidade de integrar mentalmente as fontes de informação.

Efeito de modalidades ( <i>Modality effect</i> ):	Substitua um texto explicativo escrito e outra fonte de informação visual, como um diagrama (unimodal) por um texto explicativo falado e uma fonte visual de informação (multimodal). Reduza a carga cognitiva estranha, porque a apresentação multimodal usa o processador visual e auditivo da memória de trabalho.
Efeito de redundância ( <i>Redundancy Effect</i> ):	Substitua várias fontes de informação que sejam autônomas (ou seja, elas podem ser entendidas por conta própria) por uma fonte de informação. Reduza a carga cognitiva estranha causada pelo processamento desnecessário de informações redundantes.

Fonte: Sistematização do autor

## 2.2 METODOLOGIAS ATIVAS

A educação formal ou também chamada “educação tradicional”, que torna a sala de aula ou a escola menos interessantes, vem sofrendo cada vez mais para se adaptar às novas exigências apresentadas pela sociedade, que requer um ensino competente capaz de levar os alunos a construir seus projetos de vida e aconviver com os demais. Segundo Moran (2015, p. 16):

Os métodos tradicionais, que privilegiam a transmissão de informações pelos professores, faziam sentido quando o acesso à informação era difícil. Com a Internet e a divulgação aberta de muitos cursos e materiais, podemos aprender em qualquer lugar, a qualquer hora e com muitas pessoas diferentes.

A escola tradicional segue um modelo que se assemelha a uma fábrica, ou seja tal qual na fábrica a sirene marca o final de um período, quando os alunos trocam de disciplina, mudam seus cadernos e começam a pensar na próxima, deixando a anterior no passado ou ainda no esquecimento.

Entretanto, na vida as coisas acontecem concomitantemente. O mundo ou a sociedade não está estruturado em blocos, por mais especializados que sejam não existe separação. Por exemplo, a matemática e a física muitas vezes andam de mãos dadas, mas na escola são estudadas uma separada da outra, porque, muitas vezes, não encontramos relação entre elas. Moran (2015, p. 17) nos lembra de que “para aprender a dirigir um carro, não basta ler muito sobre esse tema; tem que experimentar, rodar com o ele em diversas situações com supervisão, para depois poder assumir o comando do veículo sem riscos”.

Desde o nosso nascimento e ao longo da vida estamos sempre aprendendo, quer nos primeiros passos querem nossos empregos, enfrentamos desafios complexos, combinando trilhas flexíveis ou mais rigorosas, em todos os campos, profissional, pessoal ou social. A vida é um processo de aprendizagem ativa, de um progressivo aprender a aprender, aprender a fazer.

Bacich e Moran (2018, p. 2) indicam que:

Aprendemos desde que nascemos a partir de situações concretas, que pouco a pouco conseguimos ampliar e generalizar (processo indutivo), e aprendemos também a partir de ideias ou teorias para testá-las depois no concreto (processo dedutivo).

Consequentemente diante desse dinamismo, cumpre buscar uma educação mais pragmática, mais conectada com a realidade. Em especial na educação matemática, cabe tornar essa disciplina mais viva, mais próxima da vida, deixando de lado o estigma de uma matéria temida, mas sim, a chave ou o diferencial para o desenvolvimento intelectual do aluno.

O que constatamos, cada vez mais, é que a aprendizagem por meio da transmissão é importante, mas a aprendizagem por questionamento e experimentação é mais relevante para uma compreensão mais ampla e profunda. (BACICH; MORAN, 2018, p. 2)

As metodologias ativas propõem o protagonismo do aluno no seu processo de aprendizagem, o que as diferencia de algumas linhas de metodologias ou tendências pedagógicas, como a Formalista Clássico ou Formal Moderna ou ainda a Tecnicista (FIORENTINI, 1995).

Fiorentini (1995) indica o surgimento das metodologias ativas como uma tendência pedagógica Empírico-Ativista, cujo intuito era romper com as metodologias clássicas, quando o professor era a fonte de todas as informações; e o aluno, o seu receptor.

[...]do intelecto para o sentimento; do aspecto lógico para o psicológico; [...] disciplina para a espontaneidade; do diretivismo para o não-diretividade; da quantidade para a qualidade; [...] Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender. (SAVIANI, 1984, p. 13)

Essa corrente foi muito difundida no século XX, sendo também chamada de “Pedagogia Renova”, tendo como o seu principal pensamento “aprender a aprender” ou “aprender fazendo”. Frases, hoje, muito presentes no movimento *Maker*.

O pragmatismo e o protagonismo do aluno presentes nessa tendência foram substituídos pelo Formalismo Moderno, que veio, logo após o início da corrida espacial, para resgatar o

formalismo e o pensamento matemático formal com uso de axiomatização, na tentativa de formar alunos de alto nível de formalismo e pensamento matemático.

### **2.2.1 Aprendizagem baseada em problemas (ABP)**

AABP surgiu em McMaster (Canadá) no final dos anos 1960, inspirado no método de estudo de casos da escola de direito da Universidade de Harvard (EUA) na década de 1920 e no modelo desenvolvido na Universidade Case Western Reserve (EUA) para o ensino de medicina nos anos 1950 (RIBEIRO, 2005).

A ABP é considerada, essencialmente, um método de instrução caracterizado pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, as habilidades de solução de problemas e a aprendizagem de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão. Aproxima-se muito do método de iniciação científica, quando é dado um tema e é explorado tudo que o estudante já sabe ou não acerca do assunto, para, posteriormente, serem reunidas informações para complementar o conhecimento sobre a temática.

Ao longo do tempo, a ABP foi sendo modificada, distanciando-se do modelo utilizado em McMastere adaptando-se a outros contextos educacionais como, por exemplo, à Tecnologia de Alimentos (DUFFRIN, 2003; OLIVEIRA, 2013;), às Ciências Biológicas, Física e Química (DUCH, 1996), ou à, Pedagogia, à Enfermagem e à Administração de Empresas, como menciona Ribeiro (2005).

Embora seja nova em alguns aspectos, a ABP fundamenta-se nos seguintes princípios de aprendizagem: interação social, motivação epistêmica, construção do conhecimento, interação com a vida real, metacognição (RIBEIRO, 2005). Esses princípios aproximam-se de pesquisadores como Ausubel, Bruner, Dewey, Piaget, Rogers (DUCH *et al.*, 2003), entre outros.

Os fundamentos da ABP como a motivação epistêmica estariam muito ligados com as ideias de Bruner, em que o aprendizado é um processo ativo, no qual os aprendizes constroem novas ideias, ou conceitos, baseados em seus conhecimentos passados e atuais (RIBEIRO, 2005). A introdução de problemas como ponto de partida para a aprendizagem, segundo o autor, também pode ser atribuída a Dewey, que valorizava muito a atuação de problemas ou eventos da vida real.



Essa metodologia é considerada uma metodologia ativa, pois o professor agora torna-se o mediador; e o aluno, o centro da aprendizagem, portanto o aluno passa a ser ativo no seu processo de aprendizagem, não mais um mero memorizador ou um repetidor de informações. Não há mais o objetivo único de preparar-se para um exame que testará sua capacidade de memorização. No que apontam Souza e Dourado (2015, p.183).

Nesse cenário, em que se visa à satisfação da demanda por novas formas de trabalhar com o conhecimento, surge a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como um método de aprendizagem inovador, contrapondo-se aos modelos didáticos de ensino apoiados em perspectivas tradicionais, em que o professor é o centro do processo de transmissão de saberes para alunos que apenas recebem e memorizam o conhecimento transmitido.

Além disso, a experiência para os alunos na resolução de problemas mostra-se relevante para o seu futuro exercício profissional, promovendo a motivação epistêmica. Ademais essa metodologia propõe solucionar os problemas não mais de forma individual como na maioria das metodologias de resoluções de problemas, mas de forma grupal, proporcionando o desenvolvimento da interação social e de grupos de discussões.

O processo da ABP é sempre iniciado por meio de um problema, sendo ele preferencialmente aberto, ou seja, não deve haver uma solução única. Segundo os teóricos o grau de estruturação do problema relaciona-se ao grau de orientação de direção docente. Quanto maior a estruturação menor será o desenvolvimento de autonomia dos alunos. Ainda o problema necessariamente deve ser prático, ligado à sua futura prática na profissão.

O processo de desenvolvimento da ABP ocorre através de uma sequência de tarefas, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Processo do ABP

	Etapa	Procedimento
Primeira	Apresentação do problema	Os alunos, em grupos, organizam suas ideias e tentam solucionar com o conhecimento que já possuem e definem a natureza do problema.
Segunda	Discussões	Os alunos elaboram perguntas, chamadas de questões de aprendizagem, sobre os aspectos do problema que não entendem. Essas questões são anotadas pelo grupo. Os alunos são frequentemente estimulados a questionarem-se sobre o que sabem e o que não sabem do problema.
Terceira	Prioridades e planejamento	Os alunos classificam em ordem de importância as questões de aprendizagem levantadas pelo grupo e decidem quais questões serão

		investigadas. Os alunos e o professor também discutem quais recursos são necessários na investigação das questões de aprendizagem.
Quarta	Execução e finalização	Os alunos se reencontram, exploram as questões de aprendizagem prévias, integrando seus novos conhecimentos do problema. Os alunos também são encorajados a fazer uma síntese de seus novos conhecimentos e conexões com os anteriores. Eles continuam a fazer novas questões de aprendizagem à medida que progredem na solução do problema. Ao final, supor “soluções” ou “hipóteses de solução” do problema.
Quinto	Avaliação	Por fim, os alunos avaliam a si mesmo e a seus pares de modo a desenvolver habilidades de autoavaliação e avaliação de colegas. A autoavaliação é uma habilidade essencial para uma aprendizagem autônoma eficaz.

Fonte: Adaptado de Duch (1995) e Ribeiro (2005)

Provavelmente os professores, muitas vezes, temam a utilização da ABP pelo fato de não terem total controle durante o processo, uma vez que, como já mencionado, ele é o mediador ou facilitador, ele conduzirá os grupos através de dicas, tornando-os responsáveis por sua aprendizagem. Acreditamos que os professores então deverão estar preparados para ceder para os alunos parte de sua autoridade.

### 2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O conceito de sequência didática, no olhar de Zabala (1998, p.18), é: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Essa estratégia revela grandes vantagens na preparação do planejamentos de aula, pois todo conteúdo tem introdução, desenvolvimento e conclusão, além de correlação com os assuntos posteriores.

Segundo Peretti e Costa (2013,p.6), “para haver sequência didática é necessário apresentar aos alunos atividades práticas, lúdicas com material concreto e diferenciado apresentando desafios cada vez maiores aos alunos permitindo a construção do conhecimento”. O que podemos perceber na metodologia da ABP, pois ele sugere que sejam oferecidos problemas práticos que tragam aos alunos relações com sua vivência e seu cotidiano, tendo a possibilidade de contato com dados reais e tornando os conteúdos que são abstratos, mais vivos.

Quanto às características presentes em uma sequência didática, Zabala (1998, p. 20) especifica que essa propõe:

Uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetos educacionais. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos lhes atribuir.

Compartilhando da mesma concepção, Peretti e Costa (2013) entendem que o professor pode envolver atividades de avaliação durante uma sequência didática, a qual pode ter a duração de dias, semanas ou mais. Assim, essa metodologia revela-se importante para estabelecer múltiplas relações, até mesmo durante todo o ano escolar, desde que ocorram avaliações. Elas podem conter autoavaliações, que contribuem para o aluno refletir sobre seu aprendizado durante o desenvolvimento das atividades, pois é, por meio delas, que os professores informam aos alunos quais resultados foram obtidos.

## 2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Na busca por pesquisas já produzidas sobre o ensino de funções com o uso de ABP, fizemos um levantamento de trabalhos publicados em diversos acervos digitais<sup>3</sup>. Nessa consulta, foram investigados termos como: Aprendizagem Baseada em Problemas, ABP e suas equivalentes em inglês, obtendo, inicialmente, como resultado 319 trabalhos. Usando os filtros de pesquisa, buscamos, então, encontrar investigações que fossem próximas ao eixo de nossa problemática, ou seja, na área de concentração de Ensino de Ciências e Matemática, o que resultou em sete resultados, sendo quatro teses e três dissertações. Apesar de elas se relacionarem a áreas diferentes e nenhuma delas envolver o ensino de matemática, seus resultados possuem semelhanças relevantes com nosso objetivo.

Ribeiro (2005) realizou sua pesquisa com o objetivo de investigar como ocorre uma implementação de ABP, no ensino de engenharia, o contexto em que se insere e como é avaliada pelos autores principais: aluno e professor. Para este fim, o método foi implementado simultaneamente em três turmas em disciplinas sobre a Teoria Geral da Administração (TGA)

---

<sup>3</sup> Banco de teses e dissertações da Capes (<http://bancodeteses.capes.gov.br>), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (<http://bdtd.ibict.br/vufind/>), Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br>).

oferecidas nos mesmos currículos de graduação e de pós-graduação em engenharia de produção e de graduação em engenharia civil de uma universidade pública de São Carlos, São Paulo.

Essa investigação foi motivada pela preocupação na adequação do processo educacional e de ensino-aprendizagem das escolas de engenharia.

Os resultados mostram que, apesar dos diferentes contextos, as três turmas relataram tanto a aprendizagem dos conhecimentos quanto o desenvolvimento de algumas habilidades e atitudes objetivadas pela disciplina, o que foi confirmado pela avaliação do professor. As desvantagens apontadas pelos alunos e pelos professores também se assemelham, tais como a necessidade de maior comprometimento e aumento do tempo.

O autor coloca alguns questionamentos como continuidades da pesquisa, por exemplo:

Quais seriam as atuais percepções dos alunos sobre a disciplina/PBL? Como a PBL afetou sua maneira de estudar? Como a experiência com este método influenciou sua maneira de estudar? A experiência com a PBL teve algum impacto na forma de ensinar daqueles que são docentes hoje? As influências e efeitos da PBL sobre a maneira de estudar/trabalhar dos alunos foram duradouros, válidos, pertinentes? A PBL foi capaz de modificar suas crenças, valores e concepções sobre a função da universidade, do professor, do aluno, do processo de ensino-aprendizagem? (RIBEIRO, 2015, p. 178)

Estas perguntas são pertinentes para nosso estudo. Embora o enfoque da pesquisa de Ribeiro (2005) seja em outra área e a nossa seja com alunos da licenciatura em matemática, também buscaremos desenvolver suas potencialidades, em especial no ensino de funções. Os questionamentos do autor são válidos na posterior reflexão acerca dos resultados que serão obtidos após a conclusão do presente estudo, a fim de verificar se será possível se aproximar das respostas dessas indagações.

Lima (2015) teve como objetivo investigar a construção de habilidades por meio da metodologia da ABP nas aulas de Ciências da Natureza no ensino médio.

Os resultados desta pesquisa indicam que os estudantes perceberam o desenvolvimento de habilidades por meio da metodologia ABP e declaram que as atividades tornaram as aulas mais atrativas e motivadoras. A percepção do desenvolvimento de habilidades alegadas pelos alunos também foi confirmada na análise dos seus relatórios.

Identificou-se que as categorias de habilidades analisadas foram sendo construídas pelos estudantes e que houve, na maior parte das atividades, uma melhora gradativa nesse desenvolvimento. Essas capacidades são desenvolvidas a cada aula, por meio do estímulo à busca do conhecimento de forma autônoma, quando o aluno constrói o seu saber ao invés de receber pronto do professor.

Do mesmo modo, o interesse e a motivação são percebidos nessas aulas, pois os estudantes tornam-se ativos, buscando do seu jeito a melhor forma de aprender. Essa pesquisa revelou que uma mudança nos métodos de ensino torna-se necessária, visto que o ensino tradicional, baseado em memorização de conteúdos, não consegue desenvolver a capacidade de reflexão e a construção dos conhecimentos.

A proposta de Piccoli (2016) teve como investigação a mudança de postura dos alunos diante de sua própria aprendizagem, o aumento do interesse dos alunos pela disciplina e o desenvolvimento de algumas habilidades como, por exemplo, ler e resolver problemas.

Propôs uma pesquisa qualitativa sobre a aplicação das metodologias de Estudo de Caso e Resolução de Problemas no ensino de química no ensino médio. O autor menciona o Estudo de Caso como uma estratégia de ensino fundamentada na ABP. O estudo do caso faz parte de uma ramificação da metodologia ABP, mas não é a forma original constituída em McMaster na escola de medicina, menciona o autor. Cumpre enfatizar que o modelo original tem como objetivo principal a aprendizagem de assuntos científicos, já os Estudos de Caso são mais usados para desenvolver habilidades nos estudantes.

A aplicação do estudo foi feita em uma escola pública de Porto Alegre e abrangeu três turmas de primeiro ano do ensino médio.

A avaliação do trabalho se deu de três formas: participação dos alunos durante a solução das situações-problema, apresentação para a turma e entrega de um relatório escrito. O instrumento utilizado para a coleta de dados foi o diário do pesquisador.

O trabalho foi dividido em dois blocos, no primeiro foram criados três casos a partir da História da Ciência, com soluções mais simples. O segundo bloco – mais complexo que o anterior, por se tratar de problemas que exigiam o conhecimento e a aplicação de conceitos estudados – era composto por dois problemas a partir de interações intermoleculares e das propriedades de algumas substâncias.

Os critérios apresentados pelo pesquisador para avaliar durante as atividades e também posterior a elas foram: identificação dos problemas, formulação das hipóteses, exploração dos diferentes caminhos de solução até chegar à solução, avaliação da solução, consolidação do que os alunos aprenderam com a resolução do problema.

Percebeu-se a melhora na participação dos alunos nas aulas e o aumento de sua autonomia em relação à busca de informações e ao posicionamento diante de alguns assuntos de seu cotidiano que, por vezes, lhes passavam despercebidos.

A pesquisa nos mostra que, através da metodologia da ABP, podemos tornar os alunos mais motivados e autônomos em relação a soluções de problemas. Apesar de o público-alvo

dessa proposta se distanciar um pouco do nosso trabalho, os resultados obtidos nos importam para as primeiras elucidações sobre as potencialidades da ABP, quais sejam: a motivações dos alunos e a autonomia.

Santos (2010) buscou verificar se a ABP pode promover a interdisciplinaridade nas aulas de química no ensino médio, utilizando as Ilhas de Racionalidade como modelo de trabalho interdisciplinar.

A partir de princípios de ABP e das etapas da Ilhas de Racionalidade, foi elaborada uma situação de aprendizagem explorando o tema: Tratamento e gerenciamento de recursos híbridos em grandes cidades. Os dados foram coletados em duas turmas do segundo ano do ensino médio em uma escola estadual na região metropolitana de São Paulo.

Os resultados apontam que problemas que se aproximam da realidade dos alunos, tratados de maneira interdisciplinar, motivam-nos a aprender de forma mais significativa. Mostrou indícios de que a situação de aprendizagem tornou os alunos protagonistas de seu aprendizado, característica fundamental na alfabetização científica. Destacou também que os alunos apresentaram motivação e interesse nas aulas, sendo isso uma consequência do reconhecimento da articulação das diferentes disciplinas e da relação entre aquilo que eles aprendem e sua realidade.

Segundo o mesmo autor, a despeito de o trabalho apresentado não ser muito pretensioso pelo fato de trabalhar em apenas um problema, havendo um baixo número de observação na recorrência de comportamentos dos alunos durante o desenvolver das atividades e não indicando se os alunos tiveram um desenvolvimento ao longo do trabalho, o que deixa seus resultados mais concisos, os resultados são relevantes pelo fato de a interdisciplinaridade proporcionar uma proximidade com a realidade dos alunos e tornar mais significativas as correlações dos conteúdos escolares e seu cotidiano. Outro ponto importante desse estudo e que contribui com onosso trabalho é a alfabetização científica, que capacita os alunos na investigação científica. Esses dados denotam algumas potencialidadesda ABP.

A pesquisa de Maidame (2018) procurou diagnosticar como se dá e quais são os limites e potencialidades do desenvolvimento de aulas adaptadas à metodologia da ABP, via conteúdos curriculares geocientíficos, em uma turma do nono ano do ensino fundamental II, de uma escola pública da cidade de Campinas, São Paulo. O enfoque da pesquisa foi centrado em atividades de ABP com a temática Origem e Evolução do Universo, da Terra e da Vida.

O trabalho consistiu em um levantamento histórico da consolidação da metodologia ABP, das suas características e particularidades, o que resultou na elaboração de um Plano de Aprendizagem.

Suas ferramentas de coleta de dados foram: produções, avaliações e autoavaliações dos alunos, caderno de campo, filmagem das atividades, socialização com o corpo docente e entrevista com o professor titular de Ciências.

Maidame procurou analisar e discutir a dinâmica proposta com os seguintes vieses: infraestrutura e particularidades organizacionais da unidade escolar; habilidades relacionadas ao desenvolvimento de atividades em equipe; preparo do docente e oferecimento de contribuições a ele, incluindo os relatos da entrevista do professor titular; construção de conhecimento geocientíficos com um olhar interdisciplinar.

Os resultados obtidos pela pesquisa foram: detecção de poucas deficiências na infraestrutura escolar, que não inviabilizaram a execução da dinâmica; identificação de habilidades de colaboração e autonomia (pré-requisitos ao princípio das atividades em grupos) nos alunos do final do ensino fundamental II e, em desenvolvimento, as de administrar o tempo e de sistematização; percepção, por parte dos alunos, do próprio processo de maturação intelectual, via autoavaliação; reflexão da pesquisa-professora sob o preparo das aulas e o processo de ensino-aprendizagem; alteração no modo de abordagem das aulas subsequentes do professor titular, porém com relatos de apreensão ao uso de algumas etapas da ABP, apresentadas por alguns docentes da Unidade Escolar. Os temas geocientíficos tenderam aos escolarizados, e a construção de conhecimento surgiu como consequência de todo o processo.

Com isso, podemos verificar que os trabalhos descritos mostram que a ABP pode desenvolver uma variedade de habilidades, como resolução de problemas, autonomia, interesse e interdisciplinaridade. No entanto, são pesquisas realizadas em diversas áreas, como engenharia, ciências, química e geografia e com um público-alvo diferente do nosso estudo.

A presente pesquisa desenvolveu uma sequência didática, compondo três problemas de graus progressivos de dificuldade, porém com viés do pensamento matemático, buscando padrões e investigando eventos cotidianos de um olhar científico. Ainda, a utilização da Teoria da Carga Cognitiva auxiliou no ajuste das atividades, na tentativa de torna-las compatíveis com a capacidade cognitiva dos participantes, ou seja, tomamos o cuidado de não sobrecarregar sua memória de trabalho.

### 3 CAMINHOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida com alunos do curso de matemática da UFSM durante o primeiro semestre de 2019. Foi disponibilizado um número máximo de 20 participantes. Para tanto foi feito um convite oral nas salas de aula de algumas turmas e distribuído um panfleto, contendo informações e um *link* de acesso para os interessados efetuarem inscrição no projeto.

No primeiro encontro, estiveram presentes sete participantes, compondo duas turmas, uma diurna e outra noturna, sendo cada uma delas composta com cinco e dois participantes respectivamente.

Os encontros ocorreram em um dia da semana, no turno da tarde, com duração de aproximadamente duas horas. Quatro participantes permaneceram até o final das atividades. Eles atuaram em uma sequência didática com problemas envolvendo os conteúdos de funções afim, quadrática e aplicações, com níveis próximos aos estudados durante o primeiro ano do ensino médio.

Por critério de inclusão, o participante deveria ser aluno do curso licenciatura em matemática, e de exclusão que não houvesse desistência ou baixa frequência, a fim de que não fosse prejudicado o andamento das atividades de forma coletiva e individual.

Com o intuito de possibilitar uma coleta mais consistente de dados, ao fim de cada encontro foi utilizada a ferramenta Diário do Pesquisador no mesmo modelo de Flick (2009, p. 267):

O meio clássico de documentação na pesquisa qualitativa são as anotações do pesquisador. [...] Especialmente na pesquisa-ação, quando os pesquisadores participam dos eventos de campo e não simplesmente os observam, torna-se difícil para eles conservarem essa liberdade. Uma alternativa é anotar impressões do contato individual de campo.

Como se trata de uma pesquisa-ação, o pesquisador esteve imerso na aplicação, ou seja, ele não era apenas observador no decorrer das atividades. Em vista disso, percebemos a necessidade de elaborar outras duas ferramentas para auxiliar na coleta de dados e nos eventuais ajustes das atividades, as quais foram chamadas de “Fotografia do momento fase de análise do problema” e “Fotografia do momento fase do experimento”.

Enquanto a primeira ajudou na coleta das primeiras impressões dos participantes a cerca do problema assim que era entregue (Apêndice F); a outra auxiliou no acompanhamento das atividades em laboratório (Apêndice G). Essa ferramenta é composta por perguntas diretas contendo uma escala de 1 a 5. Mediante cada atributo indicado pelo participante em cada



pergunta, era-lhe questionado o motivo da nota indicada. Essas perguntas eram feitas no decorrer das atividades, com o objetivo de obter indícios das mudanças cognitivas que estavam ocorrendo naquele instante e de facilitar a reunião do máximo de dados importantes para serem relatadas no diário do pesquisador.

As questões foram baseadas tanto na Teoria da Carga Cognitiva, como por exemplo, conhecer o grau de dificuldade que o problema apresentava para os participantes – indícios da carga intrínseca do problema –, quanto na ABP, como por exemplo, saber o grau de interferência o professor teve na atividade – indicativo do grau de autonomia dos alunos na atividade.

A primeira abordagem foi por meio de um questionário inicial (Apêndice A) composto com questões abertas e fechadas com o objetivo de conhecer o perfil dos universitários, seus conhecimentos prévios acerca de funções afim, quadrática e aplicações e identificar o conhecimento deles acerca das metodologias ativas e da ABP. Isso nos forneceu um panorama geral dos participantes, pois conseguimos informações necessárias para adaptar de forma mais precisa as futuras atividades. Na tentativa de torná-las compatíveis com suas capacidades cognitivas.

Baseando-se nas informações obtidas no questionário, elaboramos uma sequência didática, através da perspectiva da ABP, ajustando os problemas por meio da Teoria da Carga Cognitiva, na tentativa de gerenciar a carga intrínseca contida nos problemas, para minimizar a carga estranha e a maximização da carga relevante.

Como já mencionado no Quadro 2, são cinco as etapas da ABP, porém, por se tratar aqui de uma pesquisa, nós as reorganizamos para adequá-las ao presente trabalho, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Etapas do desenvolvimento dos problemas

	Etapa
Primeira	Apresentação do problema e discussões
Segunda	Prioridades e planejamento
Terceira	Execução e finalização
Quarta	Avaliação e apresentação

Fonte: Elaborado pelo autor

No início de cada atividade, primeira etapa, os participantes, individualmente, recebiam uma folha contendo o problema e eram incentivados a expor nesta

folha tudo que sabiam sobre o problema. Essas informações deveriam ser expressas em forma de esquema ou em frases curtas.

Posteriormente a essa etapa, os participantes formavam grupos, recebiam a ficha – Relatório Parcial (Anexo A) – formulando os seus apontamentos tanto dos termos conhecidos quanto dos desconhecidos, juntamente com suas hipóteses acerca do problema, preparando-se, assim, para a próxima etapa.

A próxima etapa consistia na pesquisa e no levantamento bibliográfico dos termos desconhecidos, com a finalidade de sanar as dúvidas contidas nos fatores desconhecidos. Ao fim desta etapa, os participantes retomavam a ficha Relatório Parcial, e elaboravam uma lista de materiais necessários para a realização do experimento.

Os experimentos foram realizados no laboratório com o objetivo de coletar dados reais ou simulados, para confrontar as informações pesquisadas com as adquiridas.

A cada final de problema era realizado uma socialização das atividades e entregue por cada grupo um breve relatório, contemplando os tópicos apontados por um modelo, como consta no Apêndice E.

No final do relatório, os participantes deveriam fazer uma autoavaliação, respondendo a quatro perguntas de forma individual. Essa avaliação teve a intenção de fazer os alunos refletirem a cerca do empenho deles no grupo; do modo como eles percebiam o envolvimento dos seus pares no grupo; da atividade realizada, apontando melhorias e pontos positivos; e que faria de diferente na resolução do mesmo problema.

Essa etapa se configurou como muito importante não só para os alunos, mas também para o pesquisador, que, de posse das informações contidas nos relatórios e das anotações no diário de campo, foram importantes para ajustar as próximas atividades, na tentativa de não promover uma sobrecarga cognitiva dos alunos.

A abordagem desta pesquisa é qualitativa. Segundo Flick (2009), a pesquisa qualitativa é muito relevante no favorecimento do entendimento das relações sociais, pois ela pode propiciar maior sensibilidade para divisar as diversas formas, os ambientes, os estilos e as subculturas de vida. Dessa forma, as metodologias de pesquisa ocupam um papel fundamental nas investigações dessa área, uma vez que possibilitam ao pesquisador tornar o seu trabalho fonte confiável de informação.

Para a pesquisa, utilizaremos métodos qualitativos, porque

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem na escolha de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de

produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos. (FLICK, 2009, p. 23)

Quando se tem como foco pequenos grupos compostos por características heterogênicas, a pesquisa qualitativa mostra-se mais adequada do que as pesquisas quantitativas, cujo foco se centrana busca massiva de dados e na construção de padrões universais.

O presente trabalho tem como vertente a pesquisa-ação, a qual, segundo Gill (1946, p. 143),

O planejamento da pesquisa-ação difere significativamente dos outros tipos de pesquisa já considerados. Não apenas em virtude de sua flexibilidade, mas, sobretudo, porque, além dos aspectos referentes à pesquisa propriamente dita, envolvem também a ação dos pesquisadores e dos grupos interessados, o que ocorre nos mais diversos momentos da pesquisa.

A pesquisa-ação se caracteriza pela flexibilidade e pelo poder de reflexão do pesquisador durante o desenvolvimento da pesquisa, o que nos mostra andar de mãos dadas com a linha qualitativa. Para Tripp (2005), não é fácil definir pesquisa-ação, já que ela é considerada um processo natural, sob muitos aspectos, diferentes, ainda por ter se desenvolvido para diferentes aplicações.

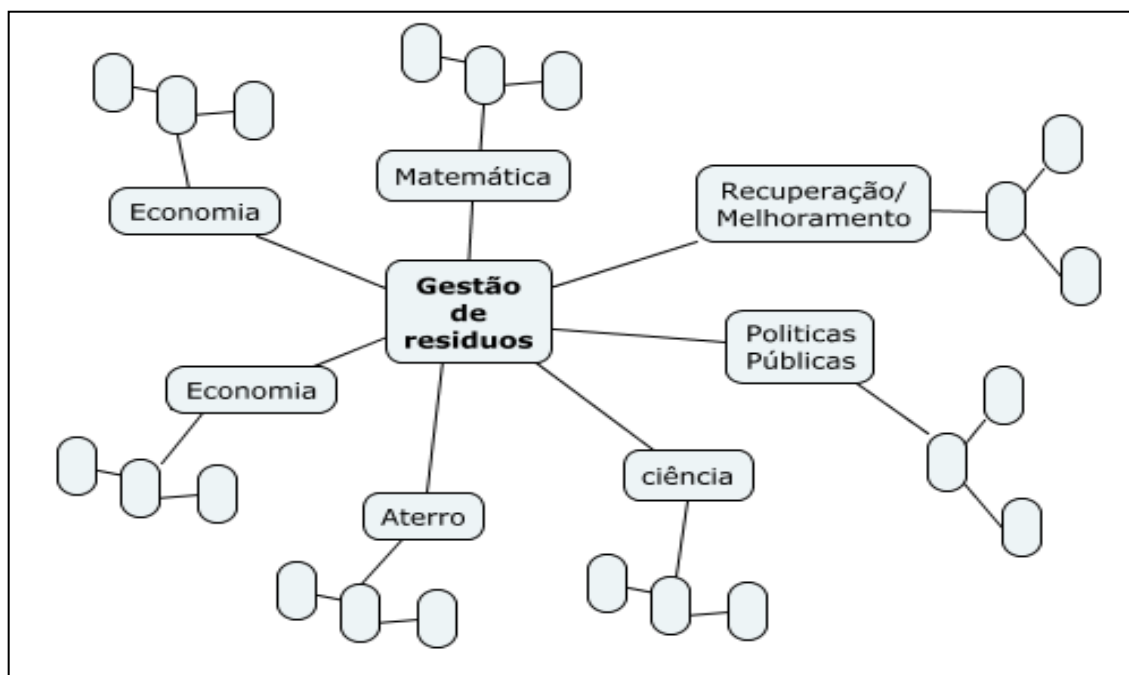
Dentre suas aplicações, esse método aproxima-se da a educação, pois se trata de um método muito próximo do empirismo, então a pesquisa-ação educacional se torna presente na história da pesquisa científica. “A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos” (TRIPP, 2005, p. 445).

Assim sendo, a pesquisa-ação é um dos inúmeros tipos de investigação-ação. Ela se configura como qualquer processo que segue um ciclo no qual se aprimora a prática pela alternância sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela.

### 3.1 CONSTRUÇÃO DOS PROBLEMAS

O desenvolvimento dos problemas foi baseado na proposta de Torp e Sage (1946, p. 41), que propõem a elaboração de esquema ou mapa de possibilidades. Dessa forma é possível ver mais amplamente o problema e, assim, visualizar as possíveis resoluções dos alunos. Exemplifica a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de possibilidades



Fonte: Torp e Sage (2002)

Os problemas podem ser adaptados e explorados por diversos vieses, respeitando os seus objetivos. Portanto o professor pode, antecipadamente, prever possíveis decisões tomadas pelos alunos e corrigir o percurso, quando as conclusões forem equivocadas.

Estas retomadas podem ser feitas questionando os alunos, como por exemplo, o objetivo do problema é compatível com suas decisões? Isto possibilita que eles mesmos percebam onde está seu erro ou algum equívoco no caminho tomado e, assim, assim retomar seu objetivo.

Certamente que não é possível prever todos os caminhos para a solução, porém, à medida que o professor for obtendo novas experiências com o mesmo problema, poderão surgir novas informações, contidas nos mapas ou nas resoluções do problema.

Esses novos dados devem ser incorporados no mapeamento do problema constituindo novos ramos.

Isso nos mostra que o problema nunca está pronto, porém quanto maior for a experiência do professor com método ABP e com os problemas em aberto, maior será sua capacidade de compor possibilidades ao problema.

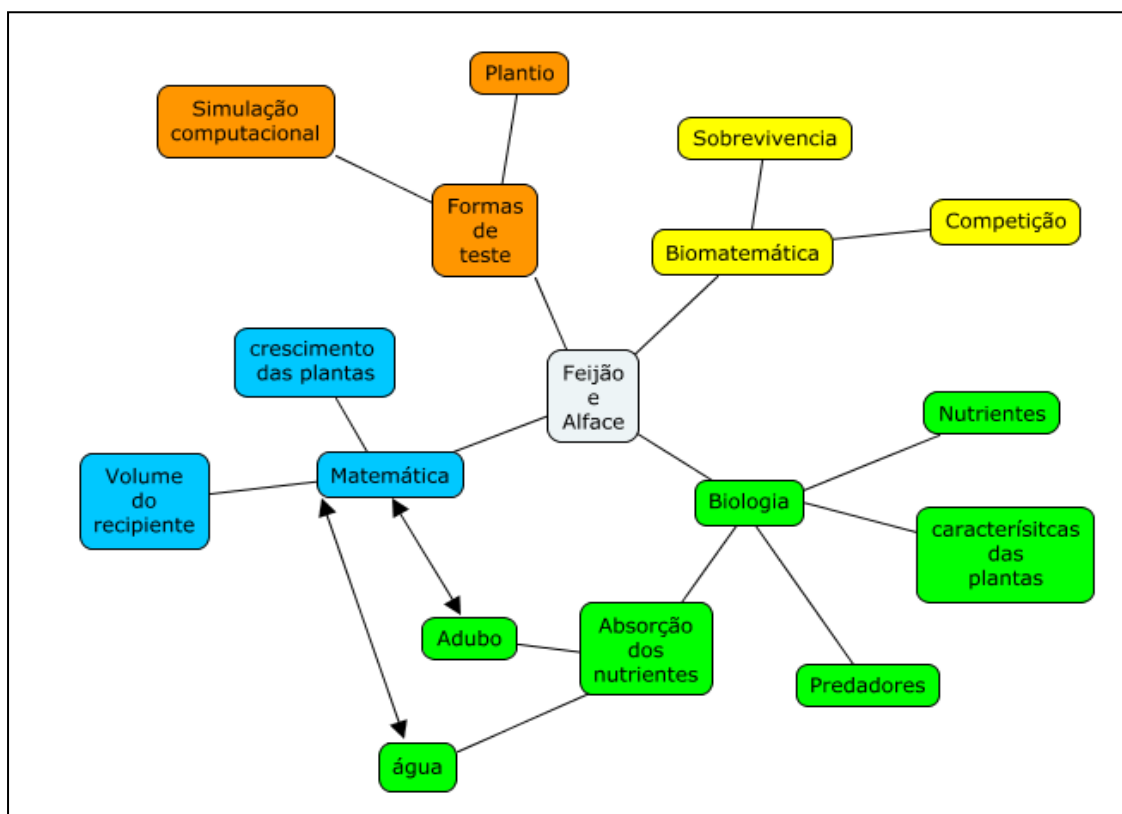
### 3.2 PROBLEMA INTRODUTÓRIO DENOMINADO PLANTANDO FEIJÕES

O problema será mencionado como problema introdutório:

Um agricultor possui o plantio de feijão, milho e alface. Certo dia, observou que alguns feijões, ao cair de sua plantadeira em um pote onde plantava as mudas de alface, estavam crescendo. Como e quanto cresce uma planta de feijão em um vaso?

O mapa, compondo as possibilidades do problema 1, é ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Mapeamento do problema introdutório



Fonte: Elaborado pelo autor

Os objetivos do problema eram investigar as necessidades básicas do crescimento de uma planta e quais as mudanças poderiam ocorrer, quando as plantas estão em concorrência de espaço.

As metas de aprendizagem eram desenvolver habilidades de representação gráfica – representação de funções e curva de ajuste –, e habilidades experimentais – planejar, aplicar e analisar dados do experimento – e habilidades métricas – utilização de unidades métricas e números significativos.

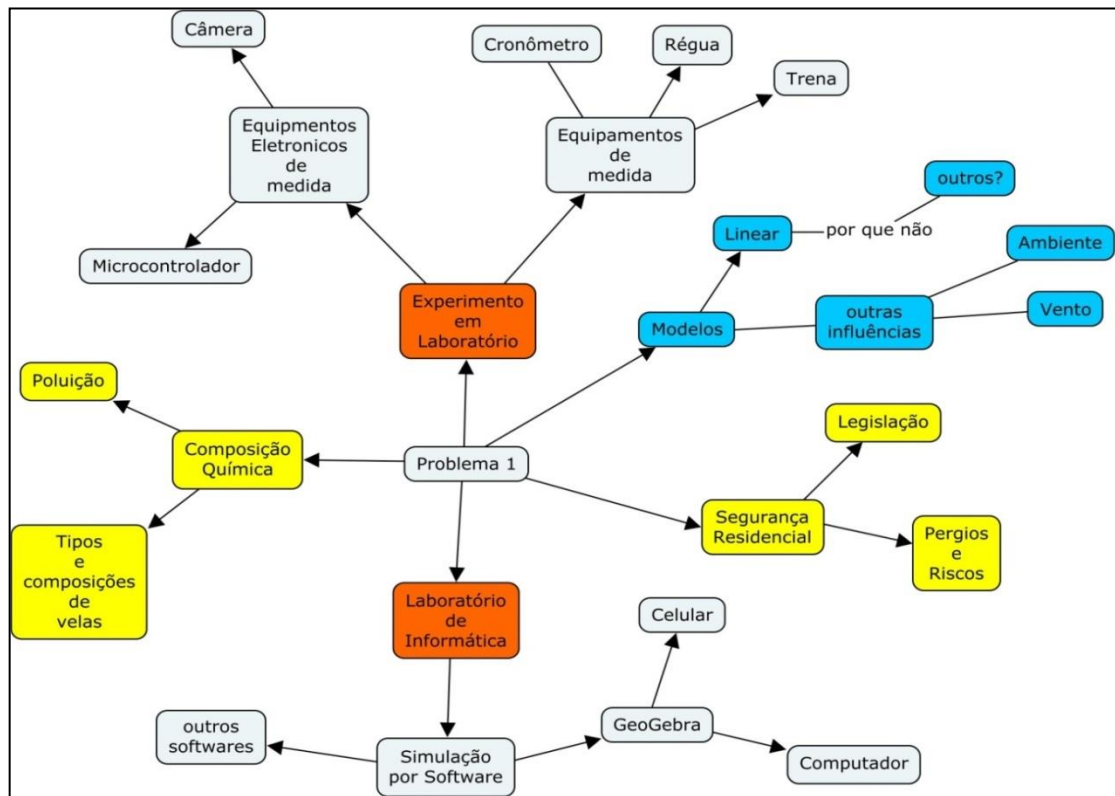
### 3.3 PROBLEMA DENOMINADO QUEIMA DA VELA

O problema será mencionado como problema 1:

Nos anos 70, era costume comum acender uma vela, quando faltava luz, quer por conta de uma tempestade, quer por problemas na rede elétrica. A rede elétrica, em alguns casos, demorava a ser ligada novamente, e as residências ficavam sem energia elétrica todo período da noite. Quanto tempo uma vela permanece acesa?

O mapa, compondo as possibilidades do problema 1, é ilustrado na Figura 2.

Figura 3 - Mapeamento do problema 1



Fonte: Elaborado pelo Autor

Os objetivos eram investigar as formas de velas existentes, relacionar a queima da vela com o tempo, realizar um experimento em pequena escala.

As metas de aprendizagem eram desenvolver habilidades de representação gráfica – representação de funções e curva de ajuste –, habilidades experimentais – planejar, aplicar e analisar dados do experimento – e habilidades métricas – utilização de unidades métricas e números significativos.

Para a realização desta atividade, o tempo estimado foi de três encontros semanais com, no máximo, duas horas de duração.

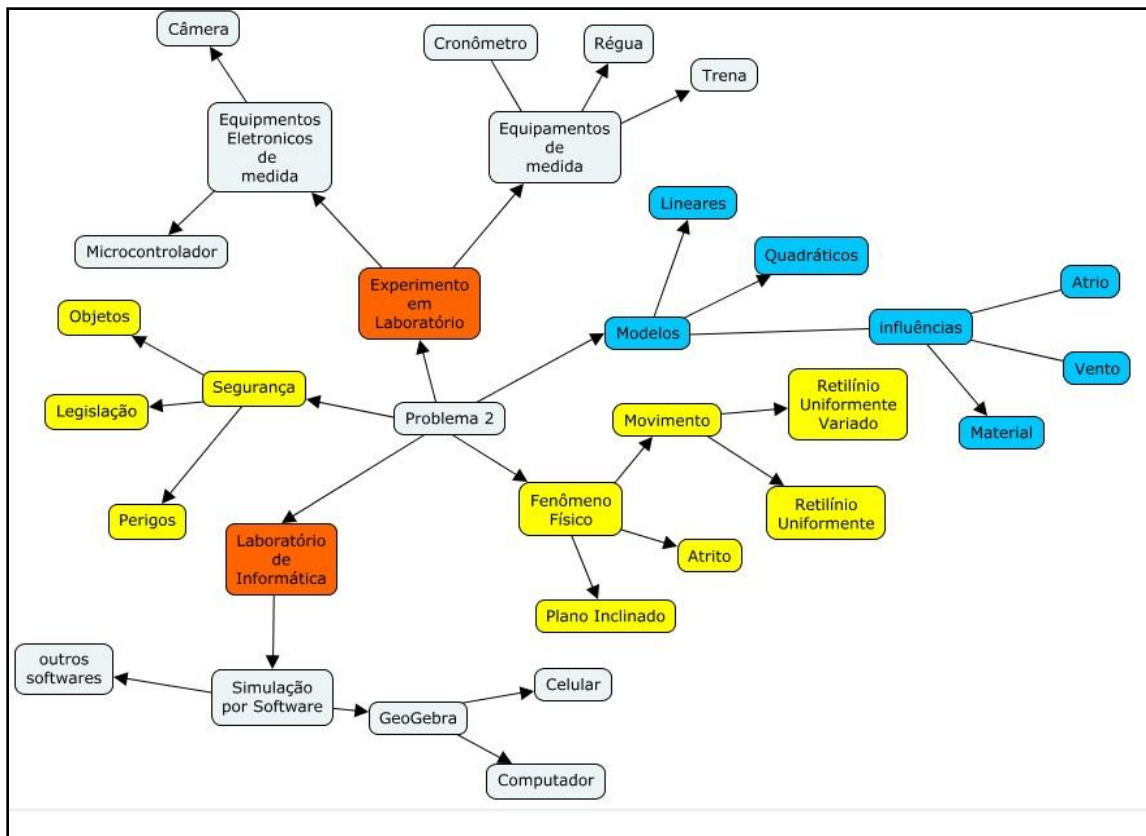
### 3.4 PROBLEMA DENOMINADO DESCENDO A LADEIRA

O problema será mencionado como problema 2:

Há uma competição popular, conhecida como corrida de rolimã. Nesse evento, simples, um veículo, sem motor, se desloca em uma lombada, podendo-se marcar o tempo da descida ou competir com outro adversário. Suponhamos que você tenha montado uma equipe, composta por físicos-matemáticos, para competir em um evento de rolimã. Então você e sua equipe devem investigar quais fatores envolvem esse evento?

O mapa, compondo as possibilidades do problema 2, é ilustrado na Figura 2.

Figura 4 - Mapeamento do problema 2



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os objetivos eram investigar as relações da física com a matemática, relacionar funções e o movimento do objeto durante a descida, e realizar um experimento em pequena escala.

As metas de aprendizagem eram desenvolver habilidades de representação gráfica – representação de funções e curva de ajuste –, habilidades experimentais –planejar, aplicar e analisar dados do experimento – e habilidades métricas – utilização de unidades de medida e números significativos.

O tempo estimado foi três encontros semanais com, no máximo, duas horas de duração.





### 3 RELATOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi aplicada em 11 encontros semanais, com duração média de 2 horas cada, em uma sala de aula e no laboratório de física, localizados na UFSM. A sala de aula dispunha de acesso à internet a todos os participantes, lousa com caneta e projetor multimídia. As atividades desenvolvidas em cada semana estão exibidas no Quadro 4.

Quadro 4- Atividades desenvolvidas durante os encontros

Encontros	Atividades desenvolvidas
1	Aplicação do questionário inicial
2	Apresentação de problemas mal estruturados Problema introdutório: Plantando Feijões
3	Apresentação e análise do Problema I – Combustão da vela
4	Pesquisa bibliográfica do problema
5	Levantamento de dados no Laboratório de Física
6	Análise dos dados e elaboração do relatório
7	Apresentação dos resultados
8	Apresentação e análise do Problema II – Ladeira abaixo
9	Pesquisa bibliográfica do problema
10	Levantamento de dados no Laboratório de Física e análise dos dados
11	Elaboração do relatório, apresentação dos resultados e questionário final

Fonte: Sistematizado pelo autor.

A seguir, seguem os principais destaques ocorridos durante o desenvolvimento da sequência didática, como dúvidas, colaborações, observações, entre outras situações que foram apuradas a partir do diário do pesquisador construído durante os encontros.

#### 4.1 PRIMEIRO ENCONTRO

No primeiro dia, cinco participantes estiveram presentes, embora fossem esperados quatro mais um foi incorporado. Não obstante, na semana anterior, em um momento de aula cedido em várias turmas do curso de licenciatura em Matemática, tanto do diurno, quanto do noturno, havia sido feito um convite aos alunos, explicando-lhes a natureza desta pesquisa de dissertação e os motivos pelos quais eles estavam sendo convidados. Nesse encontro, tivemos a preocupação e o zelo de informá-los, novamente, sobre esses pontos. Entregamos a todos duas cópias do Termo de Confidencialidade (Apêndice D) e duas cópias do Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice E), sendo que uma ficaria com eles e a outra com o pesquisador. Apesar de eles não terem dúvidas, explicamos o conteúdo dos documentos e fizemos uma leitura rápida dirigida. Foram avisados de que, a qualquer momento, mesmo por *e-mail*, poderiam contatar o pesquisador.

Todos foram muito receptivos com os objetivos propostos e, após assinarem o TCLE, entregamos o questionário inicial (Apêndice A) para preencher. Foi comentado que esse questionário serviria para nos fornecer informações pertinentes para a pesquisa, assim como para sabermos os conhecimentos prévios deles em relação aos conteúdos a serem trabalhados nos encontros seguintes.

A análise do questionário inicial nos revelou que eles não tinham muito conhecimento sobre qual profundidade ou quantos esquemas mentais sobre o conceito de função, função afim e função quadrática. Em vista disso, foi proposta uma atividade extra, enviada por *email*, para que os alunos formulassem um mapa mental, o qual, segundo Moreira (2010, p. 71), “são associações livres de palavras, imagens, cores, números, enfim, tudo o que vier à mente do sujeito a partir de um estímulo inicial.”

Foi escolhido esse método, pois ele é de fácil compreensão e porque nos daria elementos para percebermos quantas palavras foram associadas pelos participantes quando questionados sobre os conceitos. O número de palavras nos mostraria, parcialmente, quantos esquemas ou quão complexos eram seus esquemas mentais sobre os conteúdos, pensando em que os problemas apresentam uma complexidade maior.

Quanto aos alunos do curso noturno, foi aberto um grupo composto por dois participantes, os quais foram submetidos aos mesmos procedimentos mencionados anteriormente. Porém, ao solicitar a atividade extra, aquela da composição do mapa mental, os participantes pediram o afastamento das atividades, devido à sobrecarga de atividades particulares, portanto seus dados foram descartados.

## 4.2 SEGUNDO ENCONTRO

Nesse encontro, quatro participantes estiveram presentes. Tendo percebido, através dos dados coletados no questionário inicial, que os alunos não possuíam nenhum contato com problemas em aberto e problemas mal estruturados, optamos por desenvolver uma primeira experiência em outro problema, este distinto da sequência didática, como forma de introdução e desenvolvimento dos primeiros passos com a metodologia. Como esperado, foi confuso no

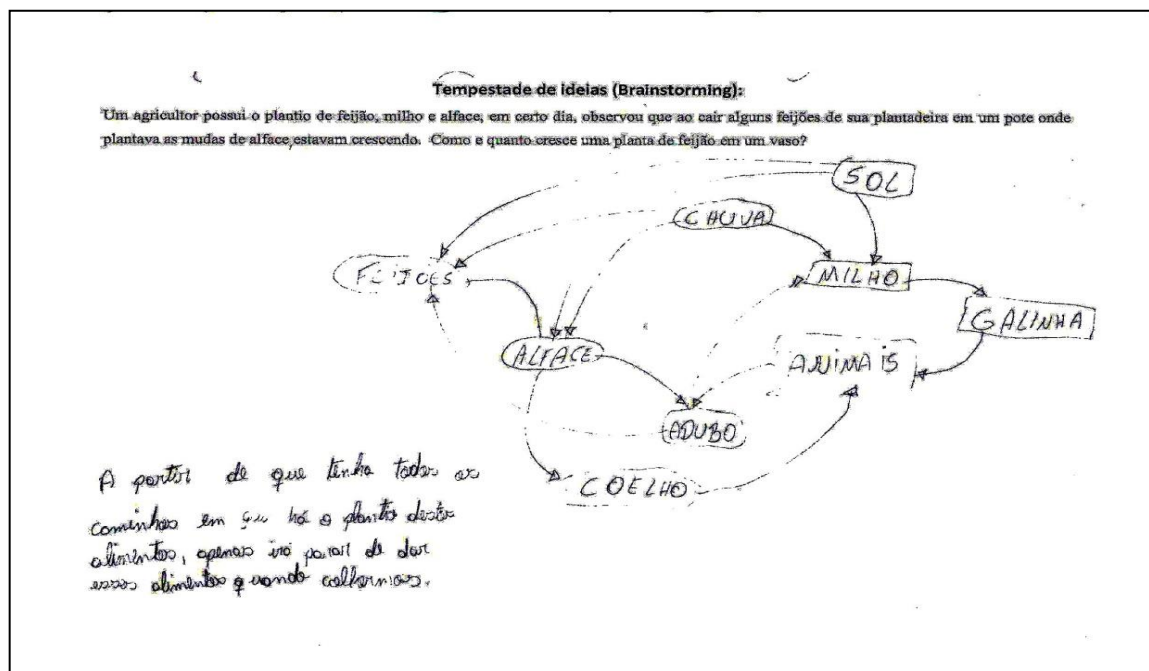
início, porém eles apresentaram uma boa receptividade em relação ao problema e aos primeiros passos. Portanto, interferimos de forma mais intensa. Essa era a primeira experiência, tanto do pesquisador, quanto dos participantes. Mesmo tendo nos preparado, foi possível conduzi-la com algumas dificuldades, tais como compreender o objetivo do problema, o levantamento das hipóteses e a não indução às respostas.

Ribeiro (2005) adverte que quanto menor a interferência, maior a autonomia e desenvolvimento individual dos participantes. Porém, este mesmo autorrelata que, quanto menor os conhecimentos prévios dos participantes, maior deve ser a interferência do mediador.

A fim de manter o anonimato dos participantes, optamos por usar a letra “A” seguida de número para identificá-los.

A seguir, apresentaremos os conceitos levantados por cada participante, de forma individual, na tempestade de ideias, para compor as primeiras impressões sobre o problema (Figura 5).

Figura 5 - Tempestade de ideias do participante A2, referente ao problema introdutório



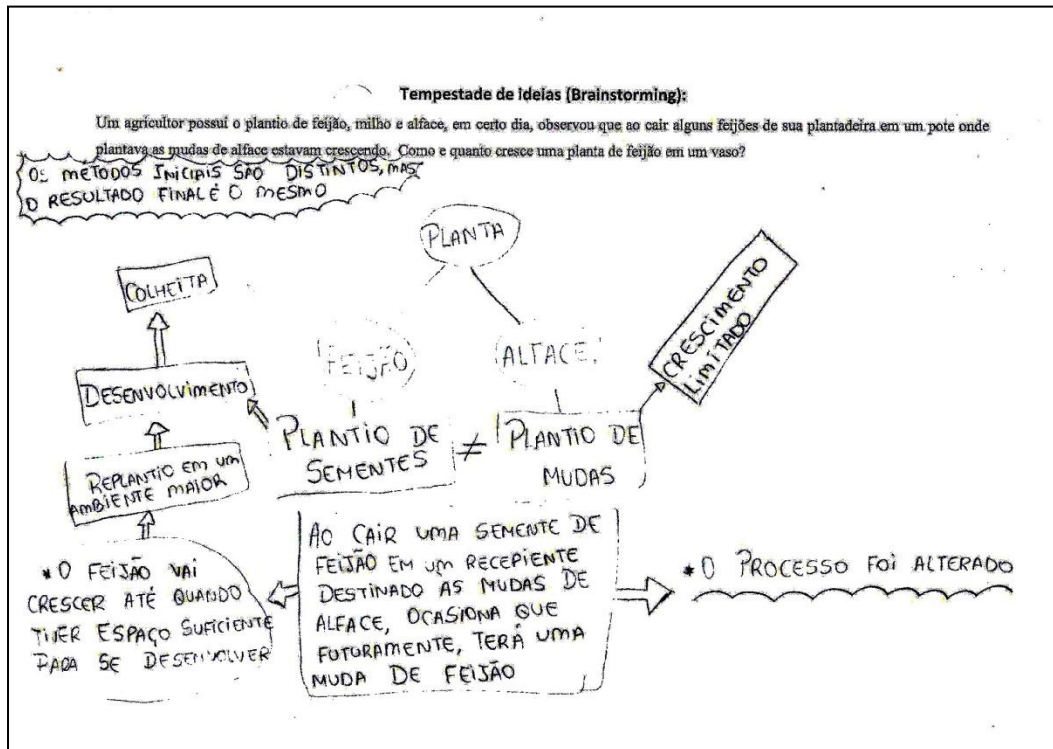
Fonte: Dados da pesquisa.

O participante A2 conseguiu apresentar um desencadeamento de ideias que compõem hipóteses plausíveis com a proposta, pois continham ao menos os tópicos centrais que são o feijão e milho. Fatores como o sol, animais e chuva interferem positivamente ou negativamente

no fato central do problema. Ainda, relaciona os animais como fator que poderá auxiliar a planta através de adubação, utilizando as fezes.

Em seguida, analisaremos a tempestade de ideias, referente ao participante A1, ilustrada na Figura 6.

Figura 6 - Tempestade de ideias individual do participante A1, referente ao problema introdutório

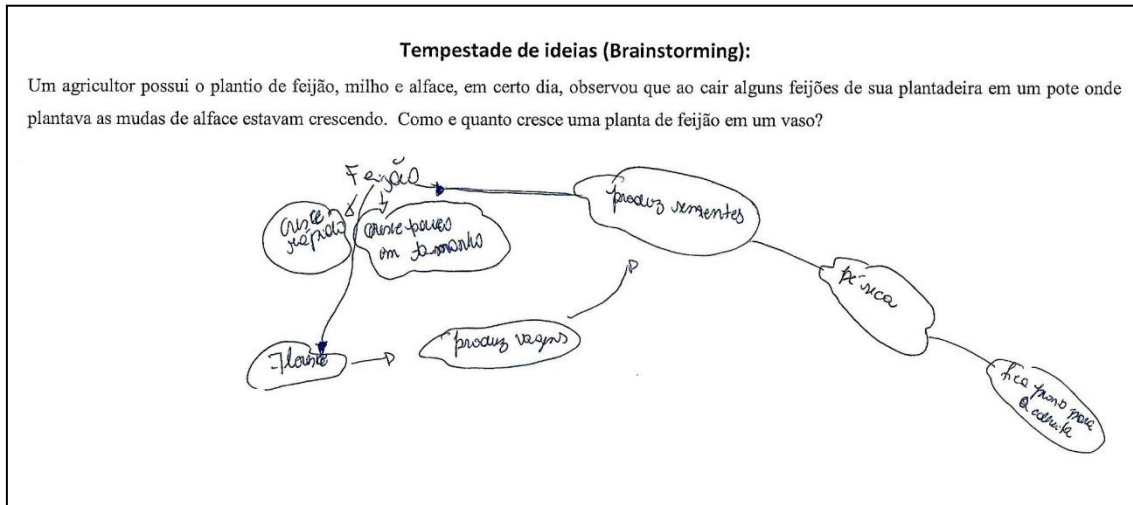


Fonte: Dados da pesquisa.

O mapa apresentado pelo participante apresenta de forma satisfatória os principais elementos do problema, indicando que haverá limitação de espaço para o crescimento da planta, como as plantas disputarão o espaço e os nutrientes do recipiente, o que pode influenciar no crescimento da planta.

A Figura 7 ilustra a tempestade de ideias do participante A4.

Figura 7- Tempestade de ideias do participante A4, referente ao problema introdutório

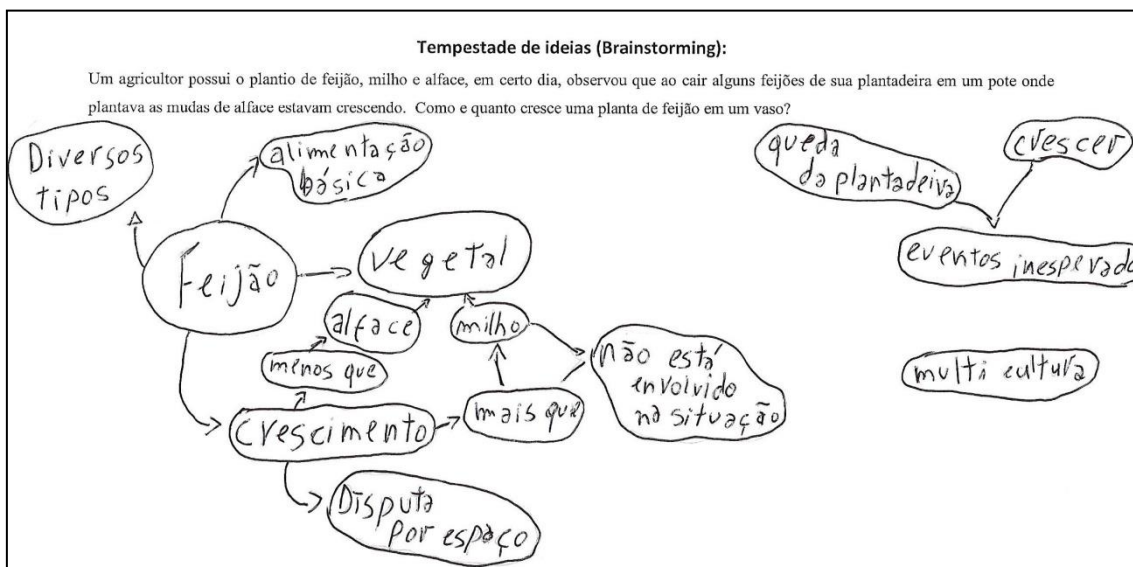


Fonte: Dados da pesquisa.

Neste esquema, percebemos poucas associações com os elementos principais do problema, que é o feijão e a alface, possuindo pouco ou nenhum indicador acerca das causas da problemática, compondo de forma não satisfatória os elementos do problema.

Analisaremos então as atividades desenvolvidas dos participantes do grupo B, inicialmente (Figura 8), a tempestade de ideias do participante A3.

Figura 8 - Tempestade de ideias do participante A3, referente ao problema introdutório



Fonte: Dados da pesquisa

Observando o esquema apresentado pelo participante A3, percebemos que o problema foi entendido, tanto na apresentação de possibilidades, quanto na causa do problema. Os

elementos centrais, como feijão e milho, e outros elementos como causas e consequências são apresentados de forma satisfatória.

Após o preenchimento da tempestade de ideias, os participantes foram convidados a formar grupos, mostrados no Quadro 5, e a socializarem as ideias, tendo que negociar e debater para juntos completarem o relatório parcial (Apêndice E).

Quadro 5- Grupos e participantes

Grupo	Participantes
A	A1
	A2
B	A3
	A4

Fonte: Dados da pesquisa

A seguir, apresentamos o relatório parcial do grupo A, presente na Figura 9.

Figura 9 - Relatório parcial, Grupo A, referente ao problema introdutório

Relatório Parcial				
Defina o Problema: um grão de feijão que foi plantado em um local diferente do comum. Assim, vamos analisar a diferença de crescimento e rendimento dos dois tipos de plantio.				
Relação ao problema		Relação ao Grupo		
Hipóteses	Fatos	Questões de Aprendizagem	Estratégias de pesquisa	
Levante possíveis causas/evidências do problema. (individual)	Procure, no problema, evidências para suas hipóteses. (No grupo)	Registre conteúdos (conceitos) relevantes para dar solução ao problema.	Planeje como o grupo vai buscar os conceitos. (quem, como, o que, quando)	Materiais e recursos que serão necessários.
CAUSA: UM GRÃO DE FEIJÃO, CAIU DA PLANTADEIRA EM UM RECIPIENTE ONDE ERAM CULTIVADAS MUDAS DE ALFACE.	Por um possível descuido do agricultor, alguns grãos de feijão caíram nos potes de mudas de alface.	1ª PARTE DAS CONDIÇÕES PARA O CRESCIMENTO, PODEMOS RELACIONAR CONCEITOS DA BIOLOGIA. COMO AGORA TEMOS DUAS MANEIRAS DE PLANTIO, PODERIA USAR FÓRMULAS MATEMÁTICAS PARA COMPARAR TEMPO E RESULTADO DE AMBOS, DECIDINDO QUAL ALTERNATIVA É A MELHOR. ANALISAR TAXAS DE CRESCIMENTO E RENDIMENTO.	A1: VAI BUSCAR INFORMAÇÕES COM CURSOS DA ÁREA DA AGRICULTURA SOBRE CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA QUE O FEIJÃO SE DESENVOLVA BEM A2: LEVANTAMENTO DOS VALORES NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO PROJETO. VAI BUSCAR TAMBÉM UM LOCAL PARA REALIZAR O EXPERIMENTO VALE RESSALTAR QUE AMBOS MÉTODOS VÃO ESTAR EXPOSTOS AS MESMAS CONDIÇÕES FÍSICAS E BIOLÓGICAS	TERRA ESTRUA SEMENTE POTE ÁGUA PAPEL CANETA REGADOR MEDIDOR DE PH DO SOLO MATERIAIS PARA O PLANTIO.
Líder:	Redator:	Porta-voz:	Membro(s):	

Fonte: Dados da pesquisa

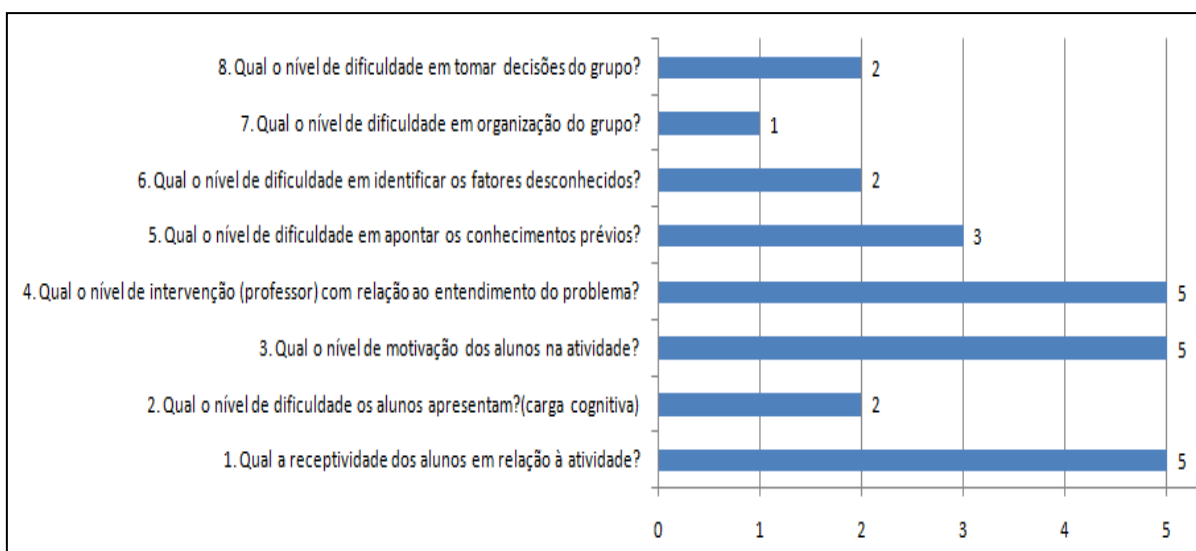
O grupo A apresentou claramente as causas sugeridas; Os conteúdos foram relacionados à biologia e à matemática, associados aos cuidados com a planta e houve gráficos para analisar a eficiência do crescimento.

A divisão de tarefas foi feita de forma clara e objetiva, tornando cada membro responsável por obter informações que, julgadas pelo grupo, eram importantes para a solução do problema.

Os materiais e os recursos apresentados eram necessários para compor a simulação do problema e condizentes com foco do problema. Portanto, se o grupo tivesse efetuado as outras etapas, teria condições de compor dados e sugerir uma solução para o problema.

Por fim, temos, no Gráfico 1, a Fotografia do momento do grupo A.

Gráfico 1- Fotografia do momento do grupo A do problema introdutório



Fonte: Dados da pesquisa.

Percebemos que o problema obteve alta receptividade. Podemos afirmar que o tema e a composição do problema foram assertivos. Os alunos apresentaram-se motivados, o que é um fator muito importante, pois esse é o combustível para a busca das investigações. Como era uma primeira experiência, foram geradas muitas dúvidas e, por conta disso houve uma alta intervenção do pesquisador. Por exemplo, eles tiveram dificuldade em compreender o problema e em saber se existia respostas certas ou erradas.

Na sequência o relatório parcial, constituído pelo grupo B, ilustrado na Figura 10.



Figura 10 - Relatório parcial do Grupo B, referente ao problema introdutório

Relatório Parcial					
Defina o Problema: Crescimento de pés de alface em local inadequado.					
Relação ao problema			Relação ao Grupo		
Hipóteses	Fatos	Questões de Aprendizagem	Estratégias de pesquisa		
Levante possíveis causas/evidências do problema. (individual)	Procure, no problema, evidências para suas hipóteses. (No grupo)	Registre conteúdos (conceitos) relevantes para dar solução ao problema.	Planeje como o grupo vai buscar os conceitos. (quem, como, o que, quando)		Materiais e recursos que serão necessários.
	Por dividir espaço com pés de alface cresce pouco em tamanho e há disputa pelo espaço. A queda da planta para o crescimento dos feijões não era planejado.	Biologia e agronomia por causa do crescimento das plantas. Matemática por causa do volume do vaso onde os vegetais cresceram.	A3: Ir na biblioteca para pegar livros sobre o assunto. A4: conversar com quem possui conhecimentos na área. Ambos: pesquisar na internet sobre o tema.	Terra, semente, pé de alface, água, vaso, papel e caneta.	
Líder:	Redator:	Porta-voz:	Membro(s):		

Fonte: Dados da pesquisa.

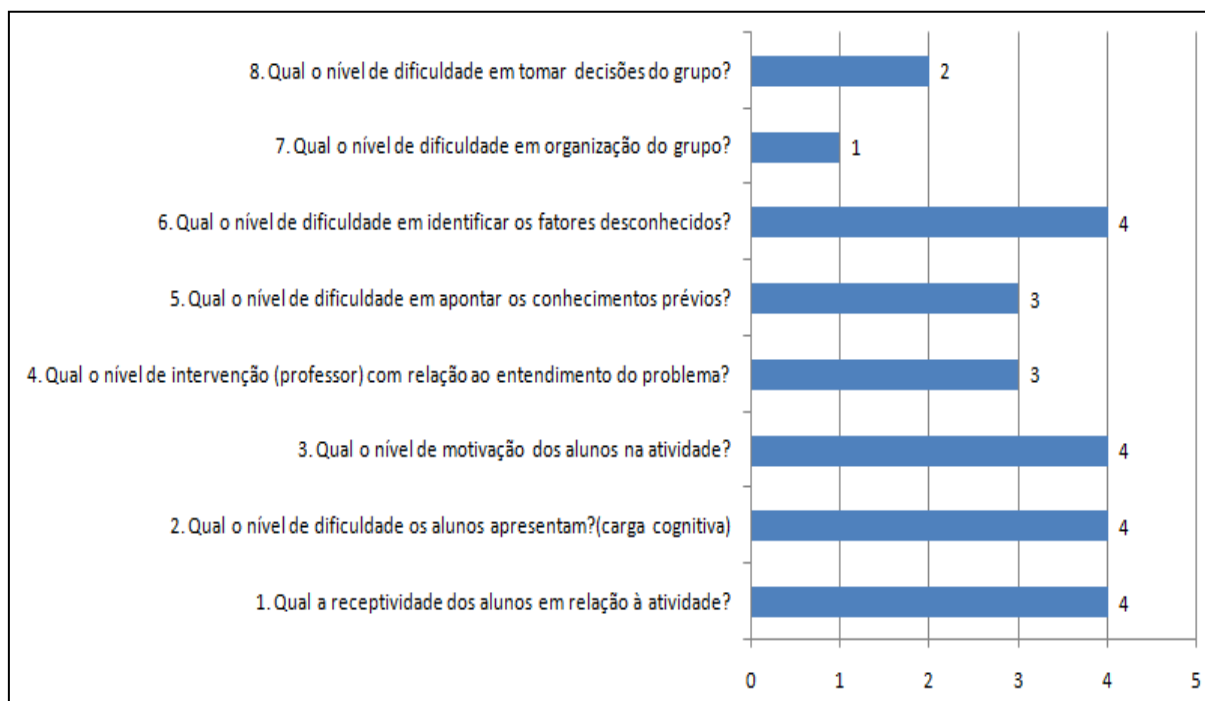
O grupo B apresentou de forma clara fatos que compunham o problema. Como as plantas dividiam o espaço, conseqüentemente o crescimento poderia ser prejudicado. Os conteúdos relacionados foram biologia, agronomia e matemática, sendo que os dois primeiros associados aos cuidados da planta; e o último, ao volume do recipiente onde estavam plantas e o crescimento através de gráficos.

Observamos que houve uma divisão de tarefas na obtenção de novas informações, ou seja, foram designadas tarefas específicas para cada membro do grupo e tarefas para ambos.

Os materiais apresentados para a composição da simulação do problema foram reduzidos. A princípio, isso poderia ser satisfatório, porém não foi pensado pelo grupo, como medir as plantas e como organizar os dados.

Por fim, a Fotografia do momento, obtida durante as atividades, presente no Gráfico 2.

Gráfico 2- Dados da Fotografia do Momento do grupo B do problema introdutório



Fonte: Dados da pesquisa.

A Fotografia do momento nos mostra que para este grupo houve uma maior carga cognitiva. Podemos pensar que os participantes teriam menos esquemas, porém o nível de intervenção foi considerado neutro, todavia houve inúmeras intervenções, explicações e debate sobre dúvidas. O grupo teve facilidade em se organizar e tomar decisões, entretanto mostrou mais dificuldade em identificar os fatores desconhecidos.

A primeira experiência revelou haver a necessidade de ajustes na ferramenta Fotografia do momento, tais como colocar mais perguntas e acrescentar números nos tópicos das observações para melhorar a eficiência no registro dos participantes, como também adotar uma ficha individual quando as respostas dos participantes divergissem, podendo ficar mais claro e organizado na coleta das informações.

Embora, nesta atividade, os participantes não tivessem completado todas as etapas do processo, o objetivo foi alcançado, uma vez que era uma experiência inicial com problemas mal estruturados e abertos. Houve levantamento de hipóteses, tomada de decisões e escolha de materiais, socialização em grupo.

Esta etapa foi de suma importância para as demais, pois propiciou que os participantes gerassem esquemas novos, o que auxiliaria na redução na carga cognitiva para as demais etapas, proporcionando mais memória de trabalho para ser utilizada nas demais etapas.

### 3.3 TERCEIRO ENCONTRO

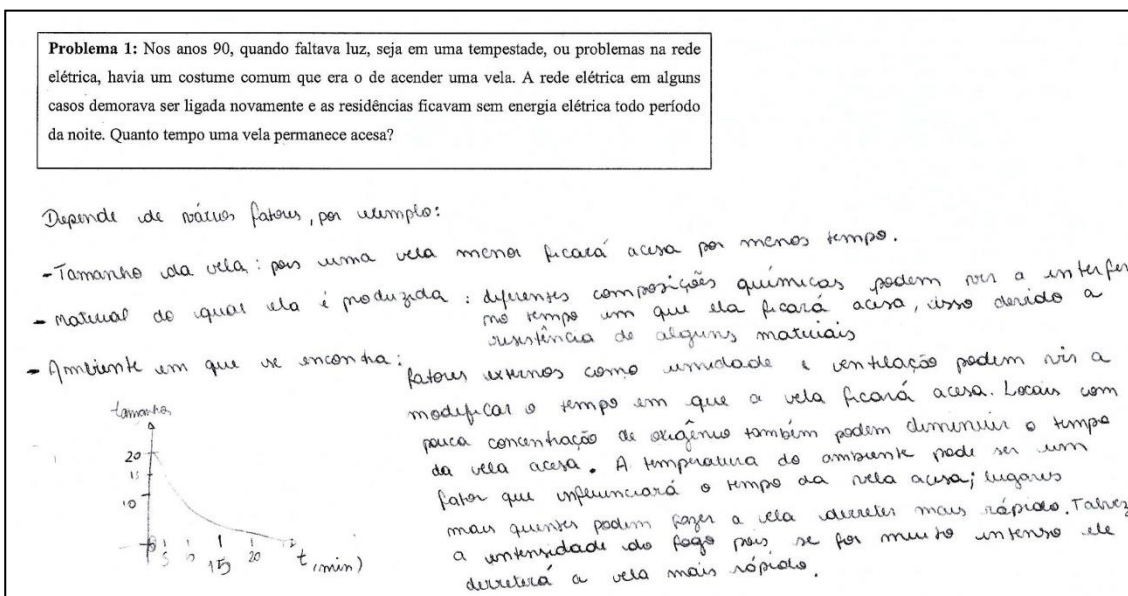
Neste terceiro dia, quatro participantes estiveram presentes. Um deles faltou por motivos pessoais. Ao iniciarmos a atividade, fizemos brevemente uma apresentação do processo, para que eles tivessem uma visão geral do método. Nossa intenção era antecipar futuras etapas e reforçar etapas vencidas anteriormente. Caso algum participante questionasse ou apresentasse alguma solução simples, era enfatizado a importâncias das demais etapas, promovendo um progressivo entendimento do método.

Após as devidas explicações, foi apresentado o Problema I. Os participantes foram incentivados de forma individual a colocar o maior número de palavras, esquemas ou frases, de forma livre, sem pensar em palavras relacionadas à matemática apenas, mas que fossem associadas ao problema.

Nosso propósito era fomentar o pensamento de forma interdisciplinar, possibilitando a percepção de diferentes conteúdos contidos no problema, o que auxiliaria na elaboração de diferentes hipóteses.

A Figura 11 ilustra os apontamentos do participante A5.

Figura 11 - Tempestade de ideias do participante A5, referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa

O participante A5 revelou ter uma boa variedade de hipóteses. Indicou, fatores que poderiam influenciar no tempo em a vela permaneceria acesa, como: a composição química da vela, o tamanho dela, e o ambiente (temperatura, umidade do ar e corrente de ar) em que estivesse, se aberto haveria a interferência do vento; se fechado, outro comportamento ou perigos. Percebemos ter feito ele um esboço, semelhante ao gráfico de uma função exponencial, do que poderia ser a relação do tempo com o tamanho da vela. Na Figura 12, ilustramos a Fotografia do momento de A1.

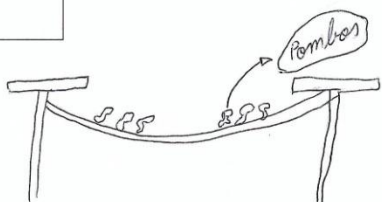
Figura 12 - Tempestade de ideias do participante A1, referente ao problema I

**Problema 1:** Nos anos 90, quando faltava luz, seja em uma tempestade, ou problemas na rede elétrica, havia um costume comum que era o de acender uma vela. A rede elétrica em alguns casos demorava ser ligada novamente e as residências ficavam sem energia elétrica todo período da noite. Quanto tempo uma vela permanece acesa?

*caso seja por pouco tempo a queda da luz, permanecer acesa até alguém ir apagar a vela pois a luz já voltou.*

*caso demore a voltar a luz, a vela permanecerá acesa até que derreta toda sua cera.*

*Poderá permanecer até a luz do sol voltar, alguma pessoa irá apagar a vela e voltará a acender quando a noite voltar.*



*Podem ter passado uma descarga elétrica muito grande e por causa dos pombos que ficam ficando o fio, acabam ficando desca-  
pado e a corrente elétrica acaba estourando a fiação, dando problema nas casas que acabam ficando sem luz. Esta é uma causa muito comum em cidades grandes para a falta de luz.*

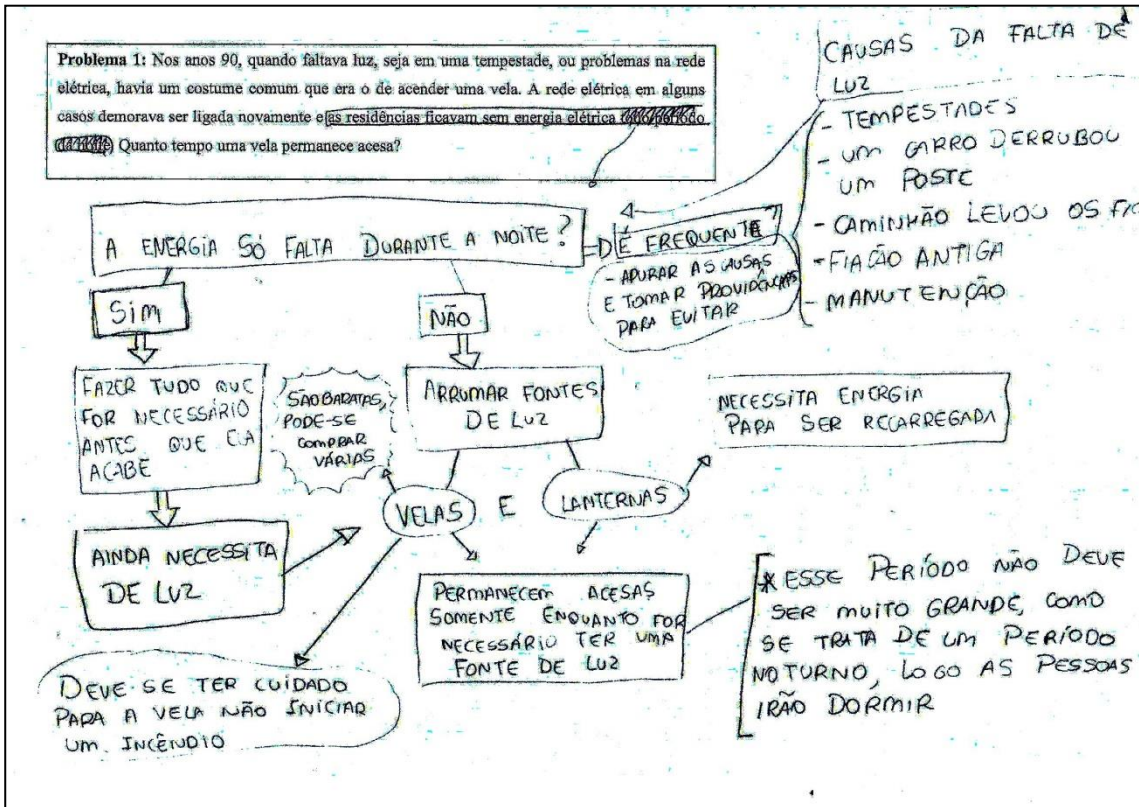
Fonte: Dados da pesquisa

O participante A1 levantou diversas causas, como a hipótese de ficar a noite todo sem luz, mas não relacionou causas mais específicas ao problema. Apresentou outra causa baseada na experiência pessoal: pombos pesando no fio causam o rompimento dos cabos.

Essa possibilidade é bastante interessante, pois sugere a relação do controle da população de pombos e o rompimento de fios elétricos.

A seguir, apresentamos a análise do participante A2, ilustrada na Figura 13.

Figura 13 - Tempestade de ideias do participante A2, referente ao problema I

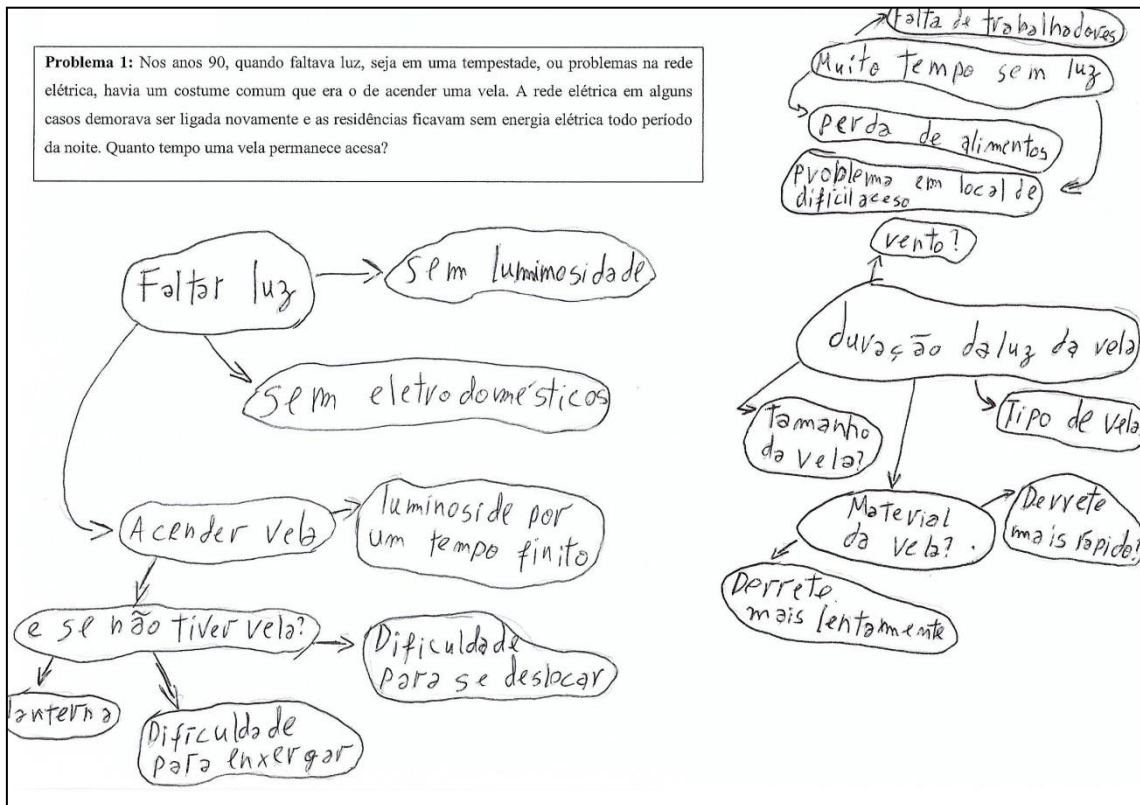


Fonte: Dados da pesquisa

O participante A2 deu às suas ideias uma forma parecida com um fluxograma, apresentou hipóteses, forneceu um elenco de fatores de causa e possíveis soluções simples. Trouxe um elemento novo – a lanterna –, não presente no problema e que talvez não tenha sido pensado. Essa ferramenta durante o planejamento foi descartada, devido ao ano apresentado no início do problema, anos 1990. Em conversa com o grupo, percebemos que eles ainda não eram nascidos nessa época, mas não deram tanta importância a isso.

A Figura 14 ilustra as ideias do participante A3.

Figura 14 - Tempestade de ideias do participante A3, referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa.

As ideias de A3 foram apresentadas em forma de mapa mental, palavras curtas e objetivas. Ele também colocou o objeto lanterna, como uma possibilidade. A vela foi apresentada como uma solução e foram levantadas hipóteses acerca do tamanho dela, do tipo e do material, fatores que influenciariam supostamente no tempo de duração da vela. Pensou ainda importância da energia elétrica na residência e na consequência de sua interrupção, como a possibilidade de perda de alimentos resfriados.

Ao término da constituição das tempestades de ideias, foi sugerida a formação dos grupos de forma espontânea. O participante que faltou foi incorporado em um dos grupos, como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 - Formação dos grupos do Problema I

Grupo	Participantes
A	A1
	A4
	A5
B	A2
	A3

Fonte: Dados da pesquisa

Formados os grupos, foi entregue uma ficha de Relatório parcial para cada um, para procederem tal qual no problema introdutório. Nesta etapa, os participantes deveriam focar no levantamento fatos, nas hipóteses e nas questões de aprendizagem, para que no encontro seguinte fosse efetuado o planejamento e a execução da pesquisa complementar.

A Figura 15 ilustra o Relatório parcial do grupo A.

Figura 15 - Relatório Parcial do grupo A referente ao problema I

Relatório Parcial				
Defina o Problema: <i>Quando, durante uma vela permanece acesa?</i>				
Relação ao problema		Relação ao Grupo		
Hipóteses	Fatos	Questões de Aprendizagem	Estratégias de pesquisa	
Levante possíveis causas/evidências do problema. (individual)	Procure, no problema, evidências para suas hipóteses. (No grupo)	Registre conteúdos (conceitos) relevantes para dar solução ao problema.	Planeje como o grupo vai buscar os conceitos. (quem, como, o que, quando)	Materiais e recursos que serão necessários.
	<i>Tipos de cera, lugares apropriados para que não apague a vela, tamanhos, se a queda da luz for rápida alguém irá apagá-la, se demorar, durará por mais tempo.</i>	<i>Podemos relacionar o tempo de combustão da vela com uma função, em que quanto mais ela queimar, mais ela ficará, ou seja, umicamente proporcional. COMPLEMENTO: o tempo de combustão x volume da vela.</i>	<i>Iríamos no departamento de química buscar informações para elaborar uma boa vela. Usando conceitos matemáticos de funções na produção da vela.</i>	<i>Materiais de boa qualidade para a produção da vela, por exemplo: cera, parafina, baseante, metal... O recurso utilizado para a confecção seria a prática em um laboratório. Quantidades: 1 vela comum 1 vela de 7 dias 1 vela de aniversário (das pesquisas)</i>
Líder:	Redator:	Porta-voz:	Membro(s):	

Fonte: Dados da pesquisa

Este grupo demonstrou ter tido bastante dificuldade em permanecer focado no problema, mesmo com diversas interferências do pesquisador, o qual intercedeu com perguntas e observações como: você chegará a algum lugar através desta hipótese? Existe tempo viável para obter todas essas informações? Não se esqueça de como o grupo definiu o problema e pense primeiro em soluções simples, para posteriormente tomar outras decisões mais elaboradas. Os questionamentos foram feitos na tentativa de fazê-los não se distanciar do foco do problema. Não foi lhes dadas respostas prontas, para que os participantes pensassem e tomassem decisões em grupo. A dificuldade deste grupo em negociar e debater ideias foi percebido no final, quando da apresentação do relatório final e das autoavaliações.

A seguir, apresentamos o Relatório parcial do grupo B na (Figura 16).

Figura 16 - Relatório parcial do grupo B, referente ao problema I

Relatório Parcial				
Defina o Problema: FALTA DE LUZ. QUANTO TEMPO DURA UMA VELA?				
Relação ao problema		Relação ao Grupo		
Hipóteses	Fatos	Questões de Aprendizagem	Estratégias de pesquisa	
Levante possíveis causas/evidências do problema. (individual)	Procure, no problema, evidências para suas hipóteses. (No grupo)	Registre conteúdos (conceitos) relevantes para dar solução ao problema.	Planeje como o grupo vai buscar os conceitos. (quem, como, o que, quando)	Materiais e recursos que serão necessários.
A ALTURA DE UMA VELA INTERFERE NO SEU TEMPO DE QUEIMA?  RELACIONAR MASSA E TEMPO DE QUEIMA	A FALTA DE LUZ NORMALMENTE LEVA NA UTILIZAÇÃO DE VELAS.  COMO MAXIMIZAR O TEMPO DE DURAÇÃO DA VELA?	MATEMÁTICA E FÍSICA: ENCONTRAR UMA EQ. QUE RELACIONA A ALTURA E O TEMPO DE QUEIMA COM A DURAÇÃO DE DIVERSOS TIPOS DE VELA	A2: VAI QUESTIONAR PESSOAS DA ÁREA DA QUÍMICA SE TÊM CONHECIMENTO DE OUTROS MATERIAIS  A3: PESQUISAR EXPERIMENTOS JÁ REALIZADOS NO ASSUNTO E PENSAR COMO CRIAR AS EQ. AMBOS VÃO REALIZAR O EXPERIMENTO	DUAS VELAS DE TAMANHOS DISTINTOS. FOGO CRONÔMETRO  BALANÇA OU RÉGUA E FITAMÉTRICA LABORATÓRIO.
Líder:	Redator:	Porta-voz:	Membro(s):	

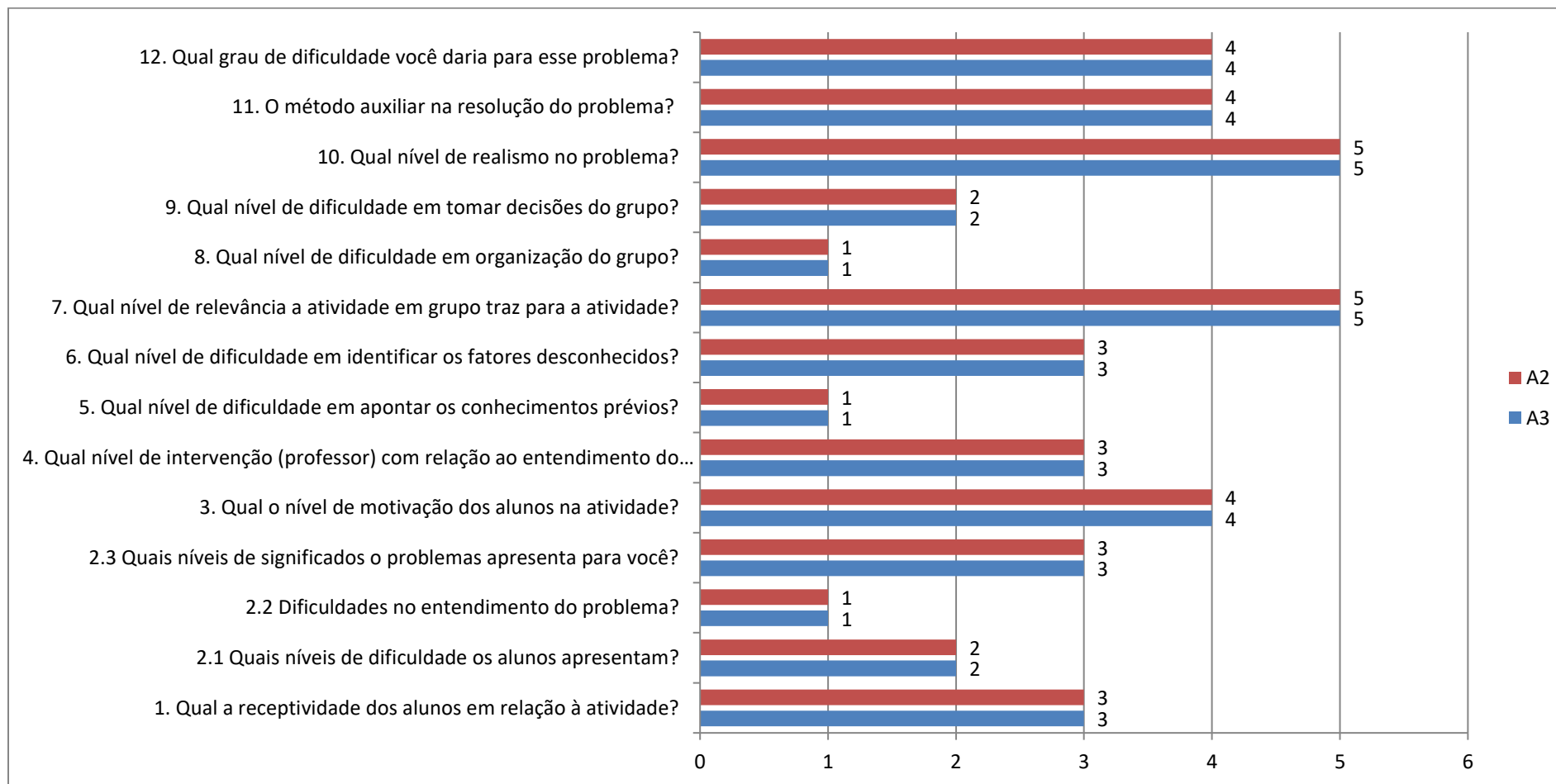
Fonte: Dados da pesquisa.

Os apontamentos do grupo foram satisfatórios. Eles apontaram de forma clara e objetiva o problema, formularam hipóteses interessantes, o que mostra outra forma que poderia ser explorado o problema, ou seja, maximizar o tempo da vela. Os materiais solicitados eram coerentes com a necessidade do problema.

Apresentamos a Fotografia do momento do grupo B, no Gráfico 3.



Gráfico 3 - Dos dados da Fotografia do momento do grupo B referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa

Ao analisarmos Fotografia do momento do Grupo B, os valores 3, 2 e 3, respectivamente referentes a 2.1, 2.2 e 2.3, referem-se à carga cognitiva: carga intrínseca, carga irrelevante e carga relevante. Como ela se apresentou neutra ou baixa, isso evidencia indícios de que não houve sobre carga na elaboração do problema. Este grupo não teve dificuldades em entender o problema, em mostrar conhecimentos prévios, tampouco em encontrar os desconhecidos, como mostra a questão 5 e 6, que pontuou com 1 e 3 respectivamente. Portanto, não foram necessárias muitas intervenções do pesquisador, representado na pergunta 4 com valor 3, ou seja, neutro.

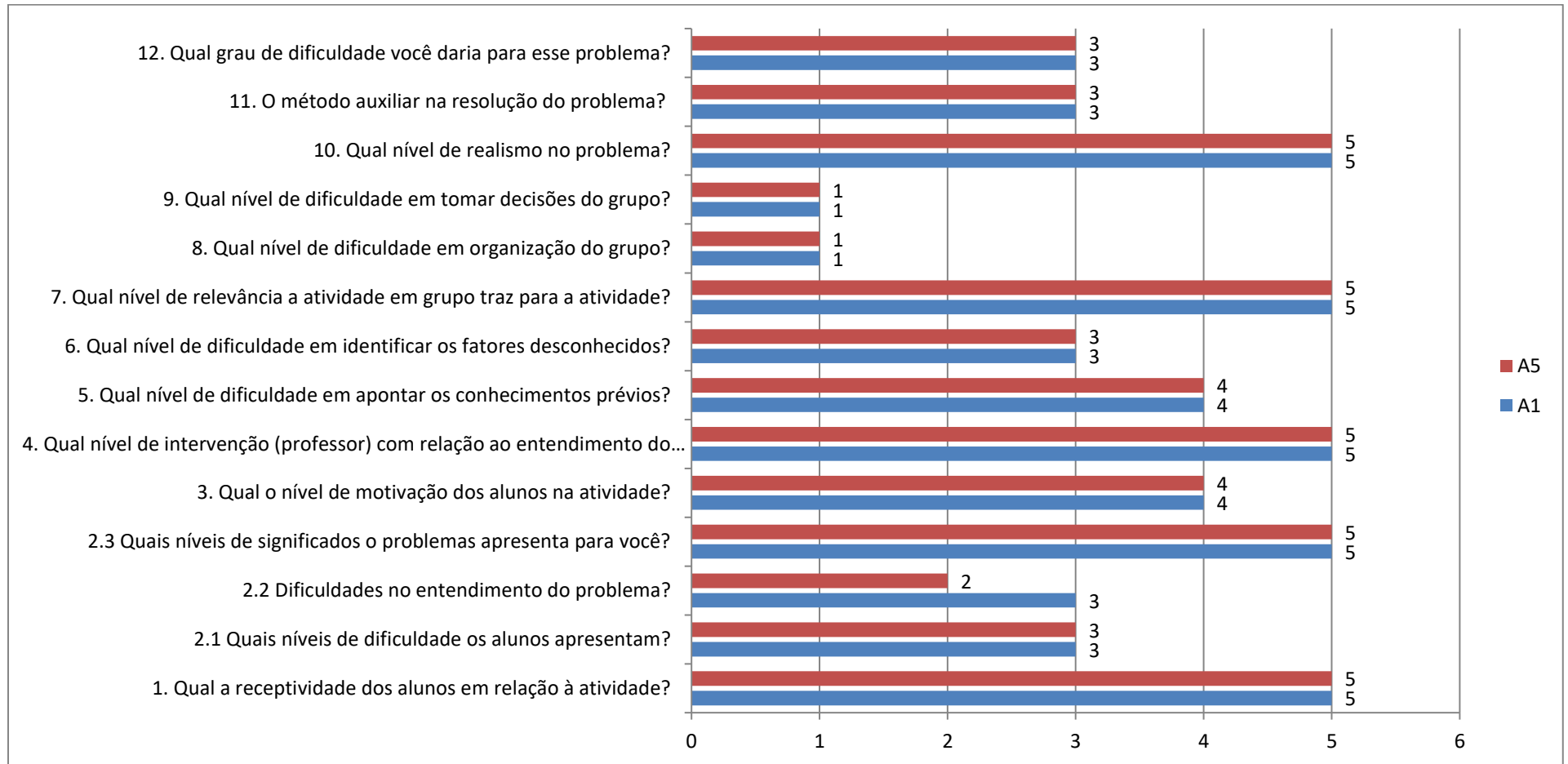
A questão 11, com pontuação 4, mostra que o método auxilia na atuação do problema. O número 10, com pontuação 5, mostra que o problema alcançou a característica fundamental do ABP, problemas classificados como reais. A pergunta 7, com valor 5, ressalta a importância de se trabalhar em grupo, portanto um fator de muita relevância, pois, caso contrário, seria difícil a solução. Isso nos revela uma relação com a carga cognitiva empregada no grupo, indicando que os alunos, quando em grupos, dividem as tarefas, o que torna suas cargas cognitivas menores ou suficientes.

Embora os alunos não apresentassem dificuldades em compreender o problema e apontar os conhecimentos prévios, houve interferência externa, pontuada por eles com 3. Entretanto, ao olhar do pesquisador, esta pontuação poderia ter sido 4, pois houve a necessidade de ajuda constante, mencionada anteriormente.

A pergunta 12 foi pontuada com 4, dificuldade moderada, o mesmo valor atribuído à questão 3, o que indica que, apesar de o problema ser difícil, isso o tornou desafiador e motivante.

A seguir no Gráfico 4, apresentamos a Fotografia do momento do Grupo A.

Gráfico 4 - Dos dados da Fotografia do momento do grupo A referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa

Ao analisarmos a Fotografia do momento apresentado pelo Grupo A, as perguntas 2.1 e 2.3, obtiveram os valores 3 e 5, para ambos os participantes. Porém em 2.2, A5 pontuou 2; e A1, 3, mostrando que, para estes participantes, o problema apresentou maior significado. Isso representa maior composição de esquemas no problema que possam ser internalizados nos participantes.

Como já foi mencionado anteriormente, esse grupo necessitou de mais intervenções, o que vem registrado com pontuação 5 para a pergunta 4. Foi facilmente perceptível a dificuldade que os integrantes tiveram para trabalhar em grupo: tanto a questão 8 coma a 9 tiveram a pontuação 1, embora reconhecessem a importância de trabalhar em grupo: pontuação 5 para a questão 7. Comparando a Fotografia do momento de ambos os grupos (A e B), é possível observar que, mesmo tendo apresentado várias palavras relacionadas com o problema e levantado algumas hipóteses, eles tiveram dificuldades em apresentar seus conhecimentos prévios: pontuação 4 para a questão 5 em ambas fotografias. Também igual pontuação (3) teve a questão 6, indicando que não tiveram muita dificuldade em identificar fatores desconhecidos.

#### 4.4 QUARTO ENCONTRO

Nesse encontro, cujo objetivo era elucidar os fatores desconhecidos, listados no encontro anterior, estiveram presentes quatro sujeitos.

Antes de iniciarmos as atividades, ficou acordado que permanecíamos na sala para efetivar a pesquisa, já que ali havia conexão com internet, caso fosse necessário se deslocar para outro local, biblioteca, por exemplo, isso seria negociado ao longo da atividade. Esses movimentos foram importantes para o pesquisador observar continuamente o desenvolvimento dos participantes e as dificuldades expostas, na medida do possível.

Então, para os grupos novamente reunidos foi entregue a ficha do Relatório parcial e o problema com suas anotações. Posteriormente foram instigados a compor tópicos e informações desconhecidas em folha separada. O que auxiliaria permanecer no foco das informações complementares.

Foi observado que os grupos efetuaram buscas diversificadas, quer em vídeos, artigos, textos e *sites*. Primeiramente informações básicas sobre os fatos desconhecidos como, por exemplo, quais os diferentes tipos de velas são fabricados. De posse de informações preliminares, foram instigados a pesquisar artigos e periódicos científicos, que pudessem fundamentar cientificamente o tema ou conhecer se o mesmo experimento já havia sido feito.

Um dos alunos mostrou dificuldade em conseguir informações, uma vez que, ao buscar “queima de vela”, obteve resultados referentes a religiões. Após sugestão do pesquisador, trocou “queima” pelo sinônimo “combustão” conseguindo resultados satisfatórios.

Foi perguntado aos participantes quantos já haviam tido experiência em fazer pesquisa: metade disse e demais, pouca ou nenhuma. Evidentemente aqueles com menos experiência teriam mais dificuldade.

As pesquisas foram divididas e articuladas. Um grupo mostrou ter maior organização e facilidade para a divisão das tarefas, enquanto o outro demonstrou maiores dificuldades, haja visto o tempo gasto para concluir a atividade.

A utilização do método ABP apresenta indícios que demonstram preparar os participantes para efetuar uma experiência de pesquisa científica simulada, já que problema apresentado é aberto e desestruturado; caso contrário, se a resolução fosse direta, como normalmente é abordado, não seria possível.

Por fim, foi solicitado que dialogassem nos grupos e que elaborassem um resumo das informações obtidas, com o objetivo de preparar o experimento prático para o encontro seguinte.

Retomar os objetivos e listar os materiais necessários para o experimento, favoreceu que alunos revisassem suas ideias, e planejassem melhor o experimento.

No Quadro 7, as hipóteses e as informações da pesquisa dos referentes grupos.

Quadro 7 - Hipóteses e informações da pesquisa dos grupos

(Continua)

Grupo A	
Hipótese	Como o raio e altura interferem no tempo de queima da vela
Informações pesquisadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como as velas são feitas</li> <li>• História</li> <li>• Experimentos já realizados</li> </ul>
Grupo B	
Hipótese	Relação da vela em função do tempo que ela fica acesa.

Informações pesquisadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais materiais são mais resistentes para a produção da vela</li> <li>• Como uma vela é produzida</li> </ul>
-------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equação usada para demonstrar o tempo da vela acesa</li></ul>
--	---

Fonte: Dados da pesquisa

#### 4.5 QUINTO ENCONTRO

Esse encontro, que contou com a participação de cinco elementos, aconteceu no laboratório de física, do Departamento de Física, pois tínhamos a intenção de colocar em prática todas as informações obtidas e coletar dados, para, posteriormente, propor uma solução para o problema e, também, de oferecer segurança aos participantes, visto que, como haveria a utilização de fogo para a combustão da vela, haveria no local havia um funcionário à disposição, bem como mesas, cadeiras e bancada com pias feita de granito, tornando a atividade o máximo segura.

Ao iniciarmos a atividade, foram reunidos os grupos, entregue a ficha do Relatório parcial e outros materiais, contendo informações obtidas nos encontros anteriores. Ainda foram disponibilizados todos os materiais solicitados pelos participantes para a realização do experimento.

Compondo os grupos, eles tiveram que pensar em estratégias para coletar os dados, dispondo-os em períodos de tempos iguais ou intervalos. Isso seria importante para, posteriormente, construir os gráficos com um maior rigor. Foram disponibilizados três tipos de velas, como ilustra a Figura 17.

Figura 17 - Velas utilizadas no experimento do Problema I



Fonte: Acervo próprio

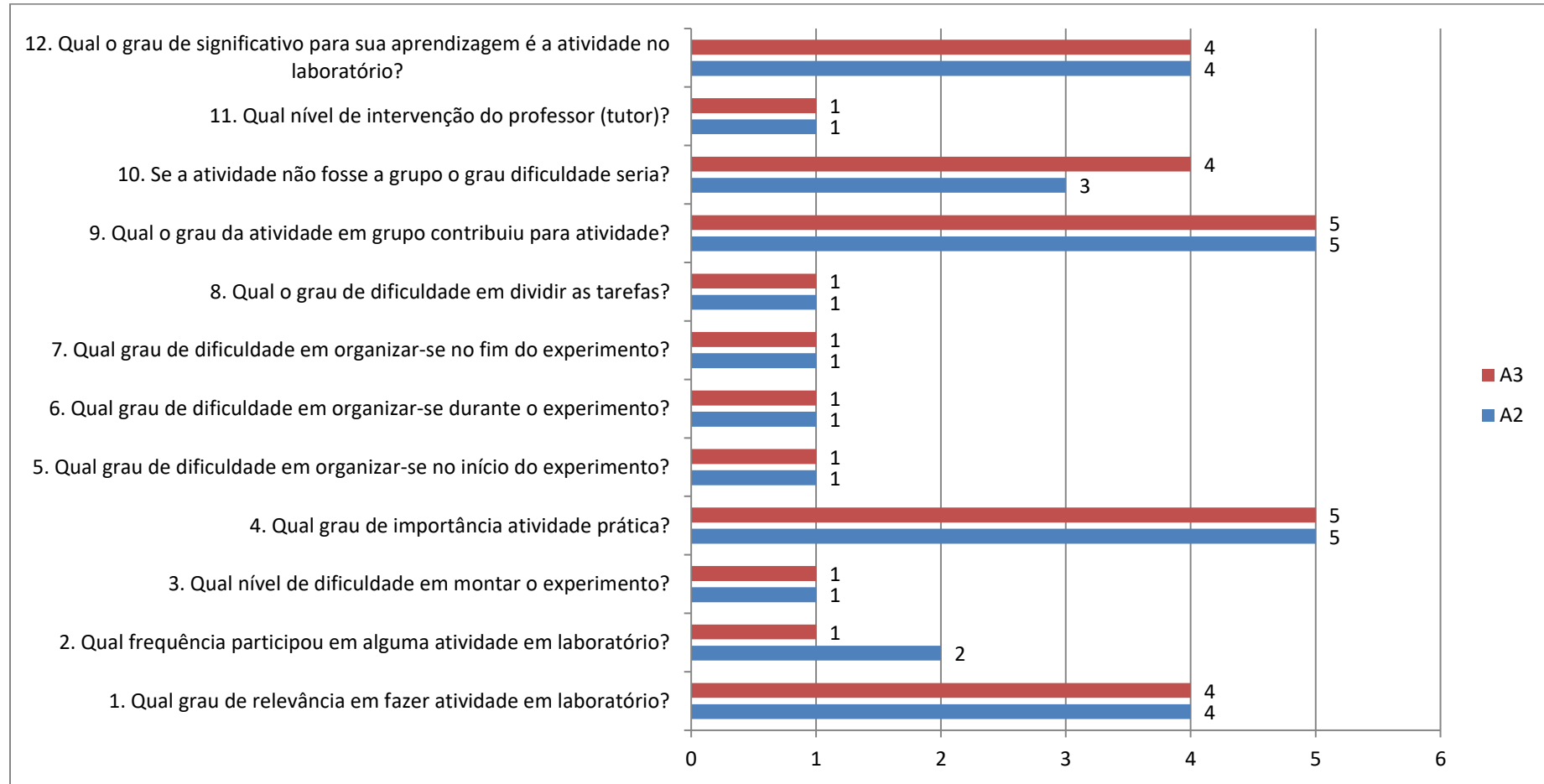
O grupo A optou por retirar a cera entre o pavio e o início do corpo da vela, relatando que isso teria uma queima diferente da demais, o que modificaria o tempo. Dividiu a coleta dos dados em períodos de tempos iguais.

No grupo B, a necessidade desses cuidados foi identificada durante o experimento. Uma observação que chamou atenção foi o fato de não apagarem a vela para efetuar a medição, não percebendo, talvez, que isso poderia interferir nos dados.

Esses fatos mostram que, para a utilização de dados reais, cumpre ter mais cautela. Como eles tinham pouca experiência em atividades em laboratório, não tomaram os devidos cuidados, o que significa dizer não ter esquemas sobre esses fatores. E a partir de então, começaram a constituir os dados.

Apresentamos a Fotografia do momento do Grupo B, no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Fotografia do momento do Grupo B na atividade em laboratório I



Fonte: Dados da pesquisa

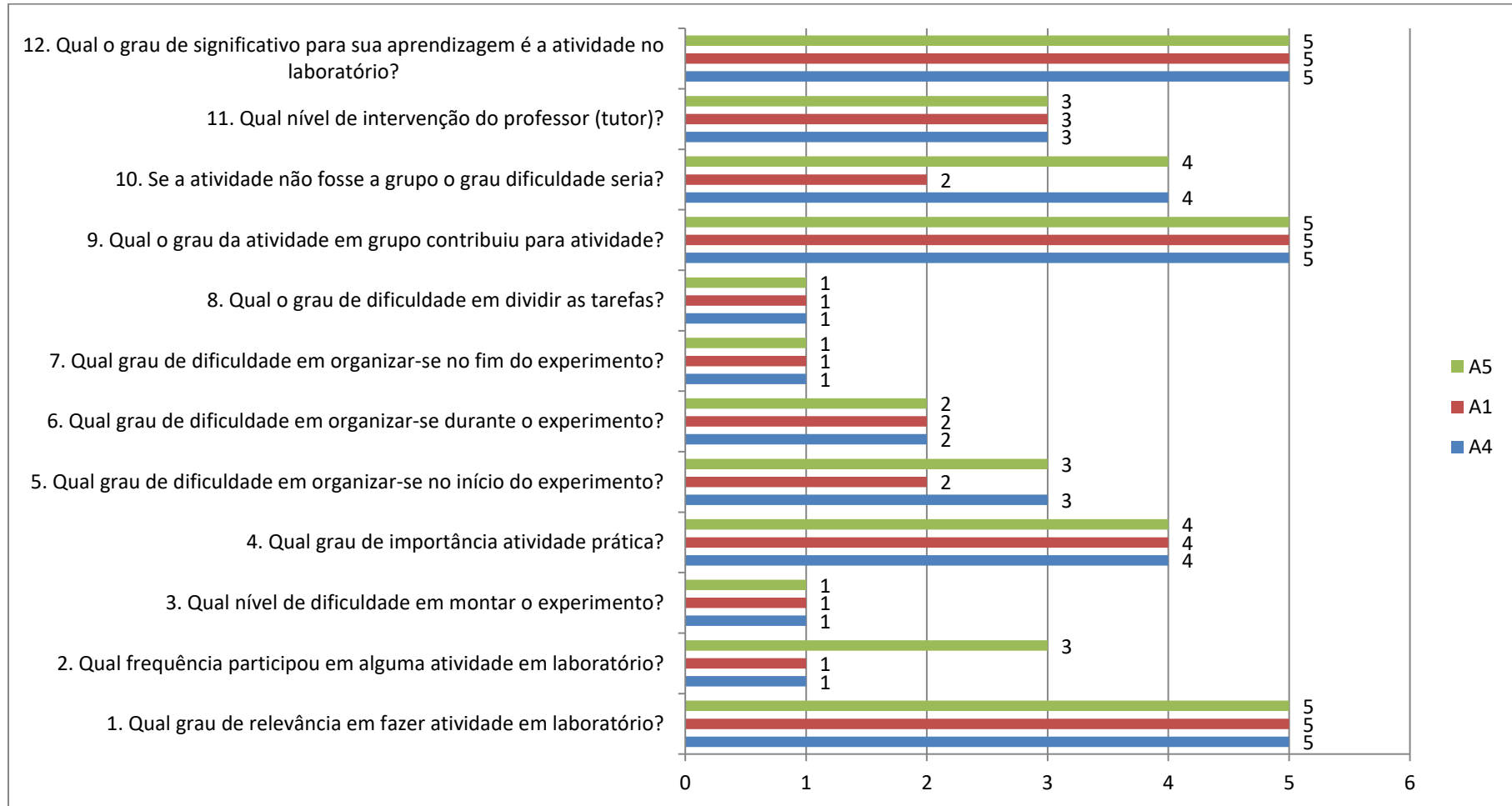


Analisando a Fotografia do momento do grupo A, percebemos que as perguntas 3, 5, 6, 7 e 8 tiveram pontuação 1, o que quer dizer grau baixo de dificuldade, o que mostra uma relação com o relato mencionado anteriormente. Compuseram suas ideias de forma sistemática com intervalos iguais, organizaram o experimento de forma mais autônoma. O que acarretou no baixo grau de intervenção do pesquisador. Isso pode ter sido consequência de um dos participantes já possuir experiência com atividades, tornando mais fácil sua organização, como mostra na pergunta 2, em que A2 aponta com 2 e A3 com 1, sendo este último nunca ter participado de atividade em laboratório.

A atividade prática teve grande importância, evidenciada na questão 4, com pontuação máxima. A atividade em laboratório também mostrou grau de importância alta para os participantes, uma vez que tiveram a chance de tornar práticos seus conhecimentos teóricos.

O Gráfico 6, a seguir, traz a Fotografia do momento do grupo A.

Gráfico 6 - Fotografia do momento do Grupo A na atividade em laboratório do problema I



Fonte: Dados da pesquisa

Na questão 9 – o grau de importância dada à atividade ser realizada em grupo – recebeu a pontuação 5, indicando que eles perceberam o diferencial do modelo ABP, já que possibilita a troca de ideias e experiências. Caso contrário (questão 10), se a atividade fosse feita de forma individual, A5 e A4 (valor 4), teriam dificuldades. Para A3, o valor foi 2, não denotando muita dificuldade.

As questões 3, 7 e 8 que se referem, respectivamente, às dificuldades em montar o experimento, grau de dificuldade em organizar-se depois do experimento e o grau em dividir tarefas, obtiveram valores 1, o que significa baixa dificuldade.

A questão número 4, que corresponde à importância da atividade prática, obteve pontuação 4, o que significa que eles percebem a relevância de atividades que ligam o teórico ao prático.

As perguntas 5 e 6, que abordam a dificuldade em organizar-se no início e durante o experimento respectivamente, obteve pontuação 2, com ressalvas de A5 e A4 apontando valor 3. Isso se deve ao não lembrar o objetivo, não pensar nas formas ou estratégias de coletar os dados. Em vista disso, para superar essa dificuldade, foi necessário maior acompanhamento do professor, o que acarretou no valor de 3, para a pergunta 11.

#### 4.6 SEXTO ENCONTRO

Quatro sujeitos participaram desse encontro, o qual foi realizado na sala de aula, para finalizar a análise dos dados e redigir o relatório. Novamente se reuniram nos seus respectivos grupos e receberam as fichas, os dados e as anotações. Consequente, eles buscaram elaborar um breve relatório utilizando o roteiro para a confecção do Relatório final em (Apêndice E).

Nosso objetivo nessa etapa era verificar se os participantes conseguiriam organizar suas ideias, relacionando as novas informações com as já obtidas através da pesquisa, podendo, assim, solucionar o problema.

O Grupo A não demonstrou dificuldade em compor o resumo das informações, em relação à análise dos dados, isso porque o participante A2 já havia aprendido na disciplina que estava cursando, o Método de Mínimos Quadrados, sobre ajuste linear. Como ilustra a Figura 18, baseando-se nos dados seguindo a hipótese já levantada, concluíram a relação entre a queima e o tempo seria linear.

Figura 18 - Método de mínimos quadrados, utilizado pelo grupo A

$$y = ax + b$$

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m x_i^2 & \sum_{i=1}^m x_i \\ \sum_{i=1}^m x_i & m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m x_i y_i \\ \sum_{i=1}^m y_i \end{bmatrix}$$

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados obtidos no experimento do referido grupo estão contidos no Quadro 8.

Quadro 8 - Dados do grupo A referente ao problema 1.

Vela 1		Vela 2		Vela 3	
Raio	0,15 cm	Raio	0,65 cm	Raio	0,8 cm
Altura	4,9 cm	Altura	12,7 cm	Altura	15,5 cm
Tempo (min.)	Altura (cm)	Tempo (min.)	Altura (cm)	Tempo (min.)	Altura (cm)
0	4,9	0	12,7	0	15,5
3	3,3	5	12,4	5	15,2
6	2,6	10	12,1	10	15
9	1,4	15	11,8	15	14,7
12	0,3	20	11,5	20	14,45
-	-	25	11,1	25	14,15
-	-	30	10,7	30	13,8

Fonte: Dados da pesquisa

O grupo B não possuía conhecimento algum sobre método de regressão linear, portanto foi proposto duas formas de construir o ajuste da curva. Primeira, usar o *software GeoGebra*, que possuíam em seus *smartphones*, e a ferramenta regressão linear.

A segunda era traçar a reta de forma intuitiva, utilizando o primeiro ponto e o último pontos coletados no experimento. A decisão do grupo foi seguir a primeira sugestão.

Podemos observar que o gráfico gerado apresentava um desvio, para baixo do ponto inicial. O que se esperava para a apresentação é que essa inocência fosse mencionada, uma vez

que o gráfico estaria representado que a vela deveria ser cortada, alterando assim o valor inicial, que é o valor medido da vela antes do início da combustão. Porém o que percebemos é que a regressão não seria a única causa disso, uma vez que, durante o experimento, notamos que o grupo não apagou a vela durante os períodos de aferir a medida.

Observamos os dados obtidos pelo grupo, através do Quadro 9.

Quadro 9 - Dados do grupo B referente ao problema I

Vela 1		Vela 2		Vela 3	
Diâmetro	0,5 cm	Diâmetro	2 cm	Diâmetro	2,2 cm
Altura	5,2 cm	Altura	13 cm	Altura	17 cm
Tempo (min.)	Altura (cm)	Tempo (min.)	Altura (cm)	Tempo (min.)	Altura (cm)
0	5,2	0	13,0	0	17
3	3,5	1	12,5	4	15
6	3,0	4	12,4	20	14,5
9	2,0	10	12,3	30	14,0
12	0,5	12	12,2	50	13,5
13,5	0	16	11,8	60	13
-	-	20	11,5	-	-

Fonte: Dados da pesquisa

Ao fim do encontro, como os participantes não conseguiram concluir tudo o que havia sido solicitado, o restante ficou para o encontro seguinte.

#### 4.7 SÉTIMO ENCONTRO

Participaram desse encontro quatro sujeitos. Ao contactar o participante ausente, este afirmou que, por motivos pessoais, não poderia mais participar do projeto.

O encontro ocorreu novamente na sala de aula. Os participantes reuniram-se em seus respectivos grupos dando continuidade à redação final do relatório e à preparação para apresentar os resultados do Problema I.

Ao final deste encontro, os participantes deveriam socializar seus resultados na forma de uma breve apresentação, utilizando o projetor multimídia. Foram elaborados alguns questionamentos, presentes no Quadro 10, sobre os resultados, afim de fomentar o dialogo entre os grupos.

#### Quadro 10 - Questionamentos sugeridos

O quão fiel vocês acreditam que o modelo representa o fenômeno?
Observando os gráficos obtidos, qual significado o ponto inicial apresenta?
Observando os gráficos obtidos, o ponto final é coerente com as hipóteses?

Fonte: Elaborado pelo autor

Mediante esses estes questionamentos, os alunos puderam perceber que mesmo com cuidados na coleta de dados, mesmo com o uso de método de ajuste de curva para construção do gráfico, o modelo não era capaz de representar totalmente a realidade. Isso os fez refletir sobre o que havia sido aprendido e perceber os desafios encontrados na tentativa de representar o mundo real.

No Grupo A, os resultados obtidos através do ajuste da curva e as respectivas equações para cada velacompõem, as repostas para o problema 1, como consta do Quadro 11.

#### Quadro 11- Resultado apresentado pelo grupo A, referente ao problema I

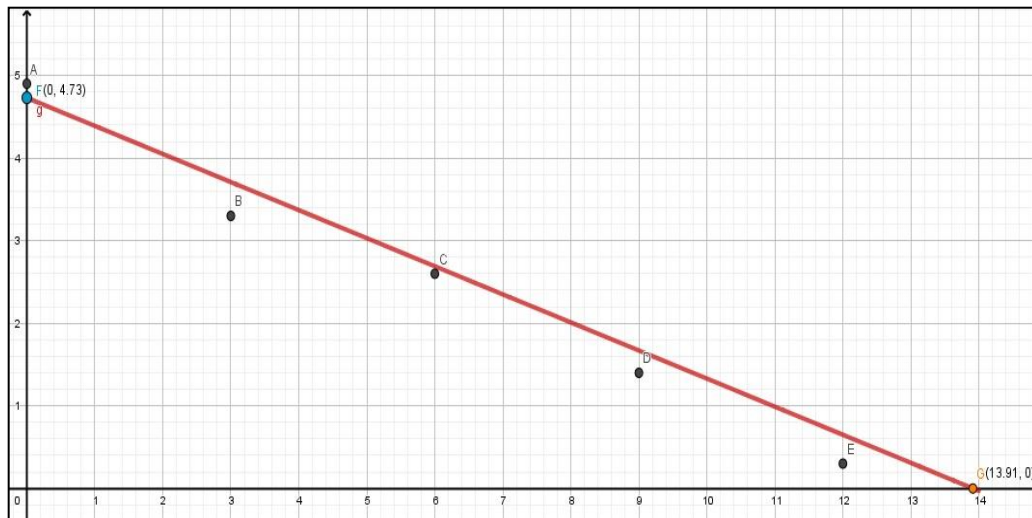
Vela 1		Vela 2		Vela 3	
Duração	14 min.	Duração	2 horas e 54 min.	Duração	4 horas e 38 min.
$y = -0,34x + 4,73$		$y = -0,0742x + 12,9$		$y = -0,056x + 15,53$	

Fonte: Dados da pesquisa

O grupo concluiu por apresentar uma recomendação – se o período de tempo de uso da vela for longo, utilizar a vela 3 – e por indicar que outros fatores também interferem no tempo de combustão da vela, como a pureza e as condições em que ela está inserida, sendo ambiente aberto ou fechado, vento e umidade do ar.

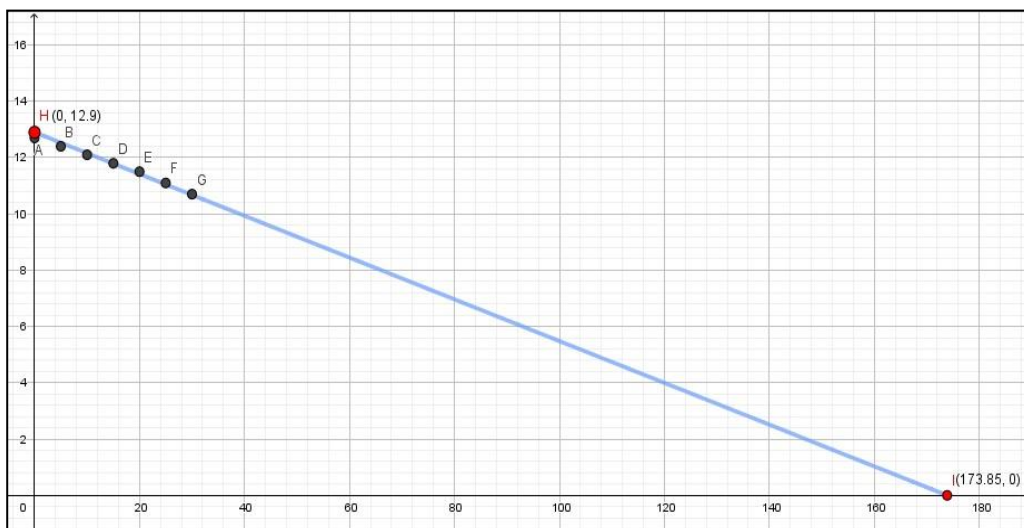
Os gráficos apresentados pelo grupo A são ilustrados nas Figuras 19, 20 e 21.

Figura 19 - Gráfico da vela 1 do grupo A, referente ao problema I



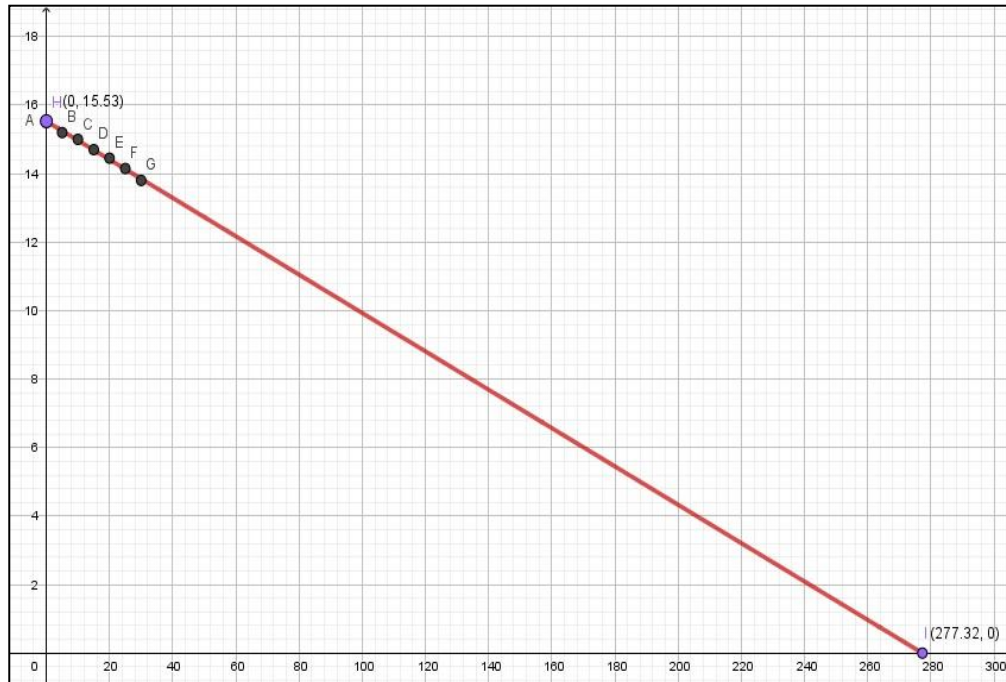
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 20 - Gráfico da vela 2 do grupo A, referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 21- Gráfico da vela 3 do grupo A, referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa

Por fim, a autoavaliação apresentada pelos participantes do grupo A, a qual está no Quadro 12.



Quadro 12- Destaques da autoavaliação do grupo A, referente ao problema I

A3		A2		
Perguntas	Destaques dos relatos			
Qual foi o seu desempenho na atividade, sua dedicação individual na atividade e o que poderia melhorar para próximas atividades?	Considera que teve bom desempenho na atividade, entretanto poderia ter pesquisado e contribuído mais		Considera que teve grande envolvimento do início ao fim, poderia aprimorar a escrita do relatório e grande interação com o grupo e os demais participantes	
Apresente prós e contras da atividade, o que poderia melhorar e sugestões?	Prós: Utilização do laboratório, abordagem inicial do problema anotando ideias e conhecer uma nova forma de aprendizagem	Contras: Algumas perguntas e explicações nem sempre foram claras	Prós: Atividade foi muito interessante unindo teoria e prática, com a utilização do laboratório	Contras: Objetivos não tão claros tornando no início confuso
Qual seu desempenho no grupo, expressando suas contribuições e como o grupo contribuiu para sua aprendizagem?	Suas contribuições foram através da pesquisa, auxiliando na parte prática e na redação do relatório e na construção dos gráficos		Suas contribuições foram nos cálculos e na elaboração do relatório. O grupo trabalhou em conjunto, na elaboração das hipóteses e no momento do experimento	
Se fosse realizar o experimento novamente, o que faria diferente?	Teria estudado o conteúdo e participado mais na escolha das informações		Teria encontrado uma equação que pudesse ser generalizada para diferentes tipos de vela	

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados apresentados pelo grupo B para a conclusão do relatório foram bastante confusos, não estão relacionados com o problema constituído pelo grupo e nem pelo problema proposto, porém mostra alguns perigos e possível presença de toxinas nas velas. Fica claro que os participantes tiveram divergências. Através do Quadro 13, vemos os dados presentes no relatório.

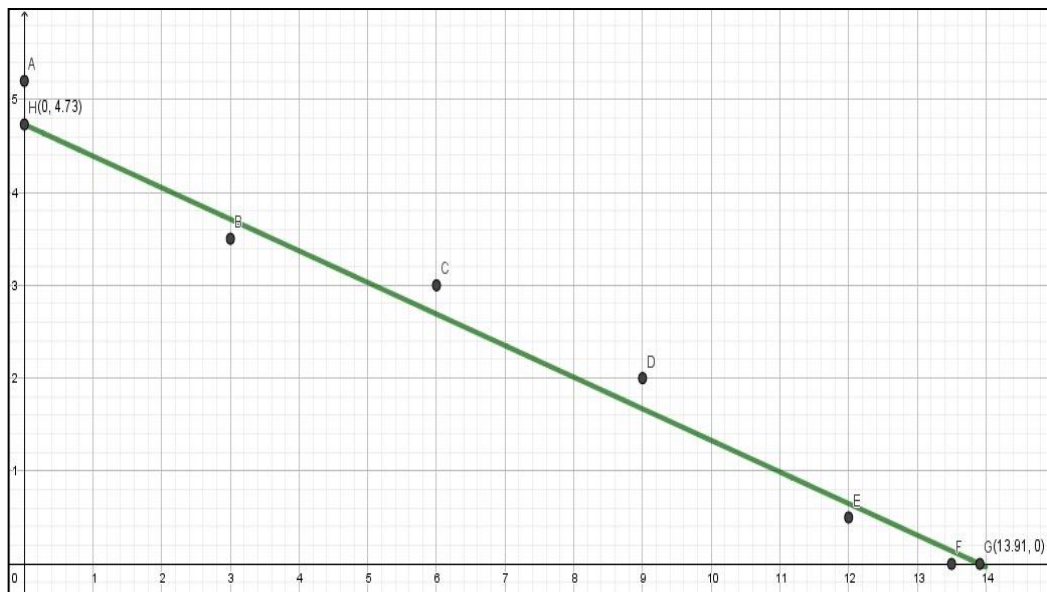
Quadro 13- Resultado apresentados pelo grupo B, referente ao problema I

Vela 1		Vela 2		Vela 3	
Duração	13 min. e 30 seg.	Duração	2 horas e 40 min.	Duração	4 horas e 20 min.
$y = -0,37x + 5$		$y = -0,05x + 12,64$		$y = -0,05x + 15,93$	

Fonte: Dados da pesquisa

Portanto, apresentamos os gráficos constituídos pelo grupo B, ilustrado nas Figuras 22, 23 e 24.

Figura 22 - Gráfico da vela 1 do grupo B, referente ao problema I



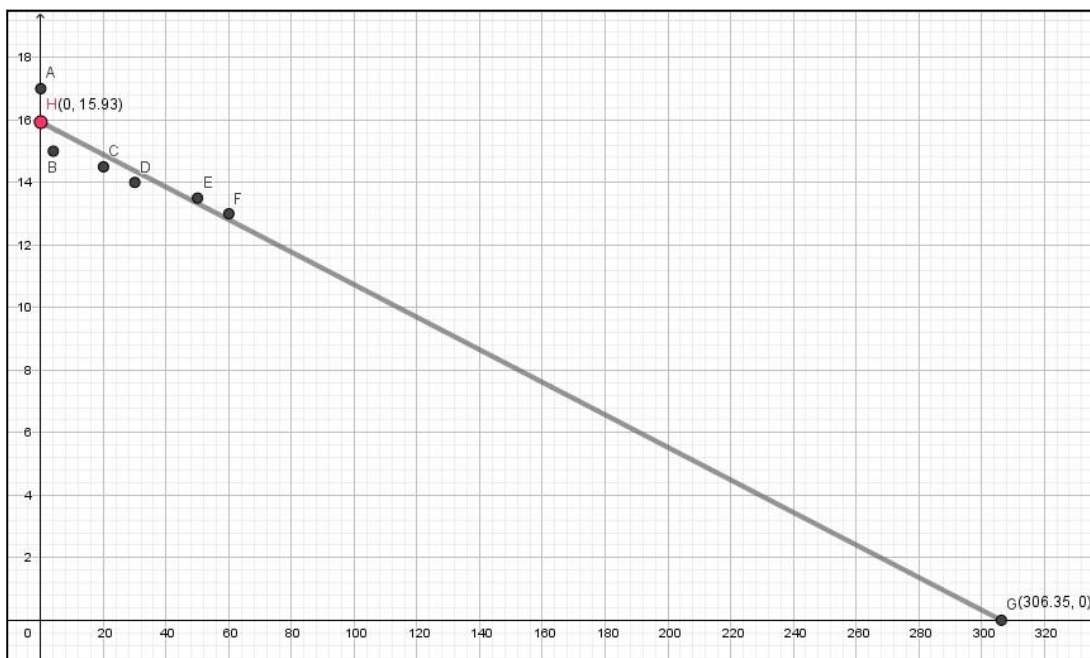
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 23 - Gráfico da vela 2 do grupo B, referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 24 - Gráfico da vela 3 do grupo B, referente ao problema I



Fonte: Dados da pesquisa

Por fim, são exibidos, no Quadro 14, os destaques da autoavaliação. Optamos por compor apenas as informações principais, contidas nos relatos.

Quadro 14- Destaques da autoavaliação do grupo A, referente ao problema I

A5		A1	
Perguntas	Destaques dos relatos		
Qual seu desempenho na atividade, sua dedicação individual na atividade e o que poderia melhorar para próximas atividades?	Considera seu desempenho satisfatório na atividade, para melhorar seu desempenho seria estudo do material em casa e refazer os experimentos		Considera seu desempenho grande, pois tudo foi feito com qualidade e dedicação, ainda, que o grupo se dividiu sem problemas e o trabalho foi concluído com êxito
Apresente prós e contras da atividade, o que poderia melhorar e sugestões?	<p>Prós:</p> <p>Autonomia para realizar pesquisa e desenvolver o experimento.</p> <p>Atividade prática contribui muito para aprendizagem.</p> <p>Sugestão: que fossem grupos maiores</p>	<p>Contras:</p> <p>Não apresentou nenhum</p>	<p>Prós:</p> <p>Atividades fora de aula, professor sempre bem atencioso e dedicado na hora de explicar.</p> <p>Contras:</p> <p>Uma divulgação maior do projeto por todo curso</p>
Qual seu desempenho no grupo, expressando suas contribuições e como o grupo contribuiu para sua aprendizagem?	Seu desempenho no grupo foi fundamental, obtendo um desempenho satisfatório, contribuindo com ideias e argumentos. Mas infelizmente não teve colaboração entre os colegas pensando além do proposto		Foi responsável por cronometrar a combustão da vela no experimento, pela conclusão do relatório e construção dos gráficos. A troca de ideias ajuda muito
Se fosse realizar o experimento novamente, o que faria diferente?	Sugere que forma um grupo apenas, para poder debater mais as ideias.		Afirma que não levou nada para fazer em casa e se dedicou na hora das atividades. O que faria diferente é refazer o experimento em casa e melhor os resultados

Fonte: Dados da pesquisa

Ambos os grupos apresentaram resultados iguais para o mesmo problema, não conseguiram definir qual dos resultados poderia ser a resposta certa, o que se espera quando se tem um exercício tradicional e mostraram outras possibilidades para pesquisar sobre o mesmo problema, uma característica fundamental presente no ABP. Isso reforça o êxito na formulação do problema, um fator de grande dificuldade para o pesquisador.

Entretanto, não aconteceu muita interação entre os grupos durante as apresentações. Esperávamos que houvesse uma comparação entre os resultados e, assim, formulassem questionamentos. Mas de imediato, já foi significativa a percepção dos diferentes resultados para o mesmo problema.

#### 4.8 OITAVO ENCONTRO

Esse encontro aconteceu na sala de aula, quando iniciamos uma segunda atividade baseada em problemas. Nosso objetivo era, por meio da técnica “Tempestade de ideias” levantar, individualmente, várias ideias acerca do problema, e, a seguir, reunir os participantes em grupo e fazer o relatório parcial.

Como nesse encontro pudemos contar com apenas três participantes, pois um deles havia faltado, ao formar os grupos, decidimos dispensar o outro participante, sem antes pedir-lhe que realizasse a tempestade de ideias. Acordamos que marcaríamos outro encontro com o grupo, para poder recuperar esse encontro e não prejudicar o andamento das atividades. E isso aconteceu em outro dia na biblioteca da mesma instituição, quando reunimos ambos, o que havia faltado e ele, para cumprir esta etapa.

A formação dos grupos ficou desta forma, como ilustra o Quadro 15.

Quadro 15 - Formação dos grupos problema II

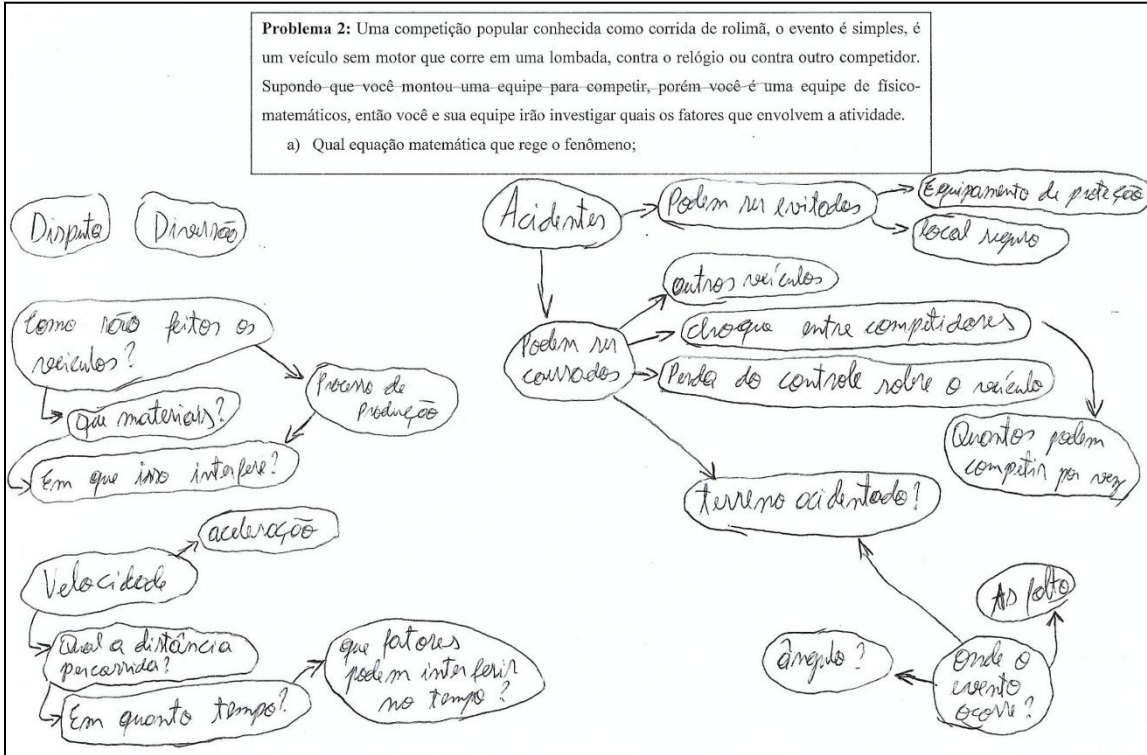
Grupo	Participantes
A	A2
	A1
B	A3
	A5

Fonte: Dados da pesquisa

Analisaremos o desenvolvimento dos participantes referente a Tempestade de ideias.

A seguir, a Tempestade de ideias do participante A3 do grupo B, ilustrado na Figura 25.

Figura 25 - Tempestade de ideias de A3, referente ao problema II.



Fonte: Dados da pesquisa.

O participante apresentou três linhas de ideias; uma relacionando questões de segurança, riscos e o terreno; outra, com questões da fabricação do veículo, materiais, processo; e, por fim, outra com questões da física, como velocidade, aceleração, distancia e tempo.

Portanto, percebemos que seus apontamentos foram satisfatórios e coerentes com a proposta do problema, mesmo ainda não tendo termos mais específicos da matemática, como função e equação, presentes nos termos apresentados.

A seguir, analisaremos a Tempestade de ideias do participante A5, ilustrado na Figura 26.

Figura 26 - Tempestade de ideias de A5, referente ao problema II

**Problema 2:** Uma competição popular conhecida como corrida de rolimã, o evento é simples, é um veículo sem motor que corre em uma lombada, contra o relógio ou contra outro competidor. Supondo que você montou uma equipe para competir, porém você é uma equipe de físico-matemáticos, então você e sua equipe irão investigar quais os fatores que envolvem a atividade.

a) Qual equação matemática que rege o fenômeno;

*Os fatores envolvidos na atividade são: velocidade, tempo e massa.*

*Velocidade* pois, como o veículo não possui motor, sua velocidade dependerá da inclinação da lombada em que se encontra, e da força inicial que foi aplicada sobre o corpo.

O tempo também tem relação com a velocidade, pois em um local com pouca inclinação, o veículo levará mais tempo para percorrer o percurso, enquanto em uma superfície mais inclinada ele terá uma velocidade maior e percorrerá o trajeto em menos tempo.

Além disso, a massa do veículo também pode interferir, já que veículos mais pesados (com maior massa) tendem a possuir uma velocidade menor.

→ força gravitacional

Fonte: Dados da pesquisa.

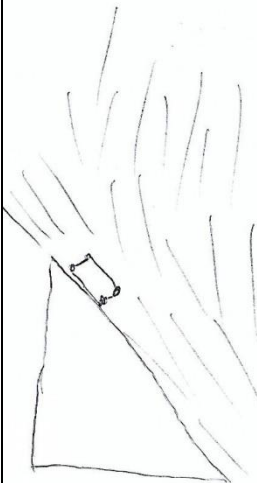
Diferentemente do participante anterior, esse apresentou sua tempestade de ideia em forma de texto, relacionando as questões a fatores como velocidade quanto à a inclinação do local, tempo necessário para percorrer determinada distância e a massa que interferiria na velocidade. Interessante essa relação, pois, quando aprofundado o estudo do problema, esperávamos que o participante percebesse que a massa não interfere no movimento. Apresentado esse questionamento ao seu grupo, o outro participante também desconhecia.

O fato de ele não ter relacionado outros fatores, como segurança e produção, tal qual A3, isso não significa que o aluno não apresentou maiores significados do problema, mas evidencia que permaneceu direcionado na pergunta e não tanto no contexto envolvido.

Por fim, analisamos a Tempestade de ideias do participante A1 (Figura 27).



Figura 27 - Tempestade de ideias do participante A1, referente ao problema II



**Problema 2:** Uma competição popular conhecida como corrida de rolimã, o evento é simples. é um veículo sem motor que corre em uma lombada, contra o relógio ou contra outro competidor. Supondo que você montou uma equipe para competir, porém você é uma equipe de físico-matemáticos, então você e sua equipe irão investigar quais os fatores que envolvem a atividade.

a) Qual equação matemática que rege o fenômeno;

↳ Causas para o carrinho ir mais rápido.

- Inclinação da lombada
- Não ter nenhum buraco no caminho.
- As rodas estarem lisas e novas
- Lombada estar molhada, além de correr o risco de derrapar, irá descer mais rápido
- Peso do condutor
- "corpo" do carrinho estar engraxado
- Resistência do Ar.
- Se houver um impulso na hora da largada, o tempo de chegada será menor.

Fonte: Dados da pesquisa

O aluno A1 listou tópicos que relacionam direta ou indiretamente ao problema, como a inclinação do local, a superfície estar molhada e lisa, a presença de buracos. Porém, foi orientado que, quanto maior número de variáveis envolvendo o problema, isso tornaria a resolução muito complexa. A fim de evitar isso, foi sugerido reduzir o número de variáveis a serem consideradas.

O fator da resistência do ar e o peso do condutor também foram mencionados, compondo vários fatos que podem interferir no movimento.

Portanto, o participante apresentou fatos ligados à pergunta do problema, mostrando de forma satisfatório o entendimento da proposta.

A seguir, mostramos os relatórios parciais dos grupos, lembrando que o grupo B se reuniu em outro dia, devido à falta de um dos participantes. Nesse encontro, quando apresentado o problema, eles decidiram partir para a composição do relatório parcial e não realizar a tempestade de ideias do faltante.

Na Figura 28, ilustramos o Relatório parcial do grupo A.

Figura 28 - Relatório parcial do grupo A, referente ao problema II

Relatório Parcial				
Defina o Problema: <i>Equação que defina a velocidade de um carrinho de rolina.</i>				Data: <i>28/06/19</i>
Fatos		Questões de Aprendizagem		Estratégias de pesquisa
Apresente fatos que identificou no problema que você conhece.	Apresente fatos que identificou no problema que você NÃO conhece ou que gerou dúvidas.	Registre conteúdos que utilizou para dar solução ao problema.	Divida as tarefas entre os membros do grupo.	Materiais e recursos que serão necessários.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrinho sem motor</li> <li>• S/ atrito e sem resistência do ar</li> <li>• Massa do parafuso e do carrinho</li> <li>• Superfície lisa da lombada</li> <li>• O carrinho desce em linha reta.</li> </ul>	<p><i>Eq. para descrever a velocidade.</i></p>	$V - V_0^2 = 2 \cdot a \cdot c$ $a = g \cdot \sin \theta$ $a = \frac{\Delta s \cdot 2}{t^2}$ $\Delta s = V_0 t + \frac{a t^2}{2}$	<p><i>A1 e A2</i></p> <p><i>- Borda da superfície que desliza.</i></p> <p><i>• Pesquisas Informações sobre as eq.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolita</li> <li>• Guarda-roupa (ponta)</li> <li>• Cola</li> <li>• Fita métrica</li> <li>• Transfêrider</li> <li>• Cronômetro</li> <li>• Papel</li> <li>• Caneta</li> <li>• GeoGebra</li> </ul>
Líder:	Redator:	Porta-voz:	Membro(s):	

Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo relatou de forma objetiva os tópicos identificados no problema, mencionando que, como o carrinho não possuía motor, isso indicaria que ele não tinha aceleração.

Quando mencionados os tópicos sem atrito, resistência do ar e superfície lisa, sugeriu-se uma simplificação do problema. Reduzindo os elementos que interfeririam no problema, isso promoveria uma primeira e mais simples solução do problema.

Os apontamentos referentes aos conteúdos utilizados para solucionar o problema envolveram equações oriundas da física, na tentativa de relacionar a parte teórica com os indícios do problema, uma vez que os alunos não tinham certeza da solução final. Portanto sugeriam hipóteses para, posteriormente, confrontar com os dados da prática.

Por fim, os materiais solicitados foram coerentes com a necessidade do problema. Como a indicação dos materiais era livre, um dos membros do grupo mencionou que poderia utilizar um portade guarda-roupa como rampa para o dia da prática. Outro apontamento adicional foi o uso do *software* GeoGebra, para visualizar os dados e construir as regressões.

A seguir, na Figura 29, ilustramos o relatório parcial do grupo B.

Figura 29 - Relatório parcial do grupo B, referente ao problema II

Relatório Parcial				
Defina o Problema: <i>Encontrar uma equação que descreva o tempo com base na distância percorrida.</i>				Data:
Fatos		Questões de Aprendizagem	Estratégias de pesquisa	
Apresente fatos que identificou no problema que você conhece.	Apresente fatos que identificou no problema que você NÃO conhece ou que gerou dúvidas.	Registre conteúdos que utilizou para dar solução ao problema.	Divida as tarefas entre os membros do grupo.	Materiais e recursos que serão necessários.
<p>→ A velocidade depende da gravidade e massa do veículo</p> <p>→ Para encontrar a equação não despreze a força inicial e atrito</p> <p>- O experimento baseia simular um evento que acontecerá em um objeto lizo, mas com inclinação de <math>30^\circ</math></p>	<p>Força gravitacional</p> <p>relação massa e velocidade</p> <p>inclinação</p>	<p>Força gravitacional</p> <p>plano inclinado</p> <p>velocidade</p> <p>massa</p>	<p>pesquisar sobre força gravitacional e relação massa x velocidade</p> <p>pesquisar sobre inclinação e como encontrar uma equação para o evento em questão</p>	<p>Tubo de revestimento para fio e metro</p> <p>Transfêr do computador</p> <p>régua</p> <p>bolita</p>
Líder:	Redator:	Porta-voz:	Membro(s):	

Fonte: Dados da pesquisa.

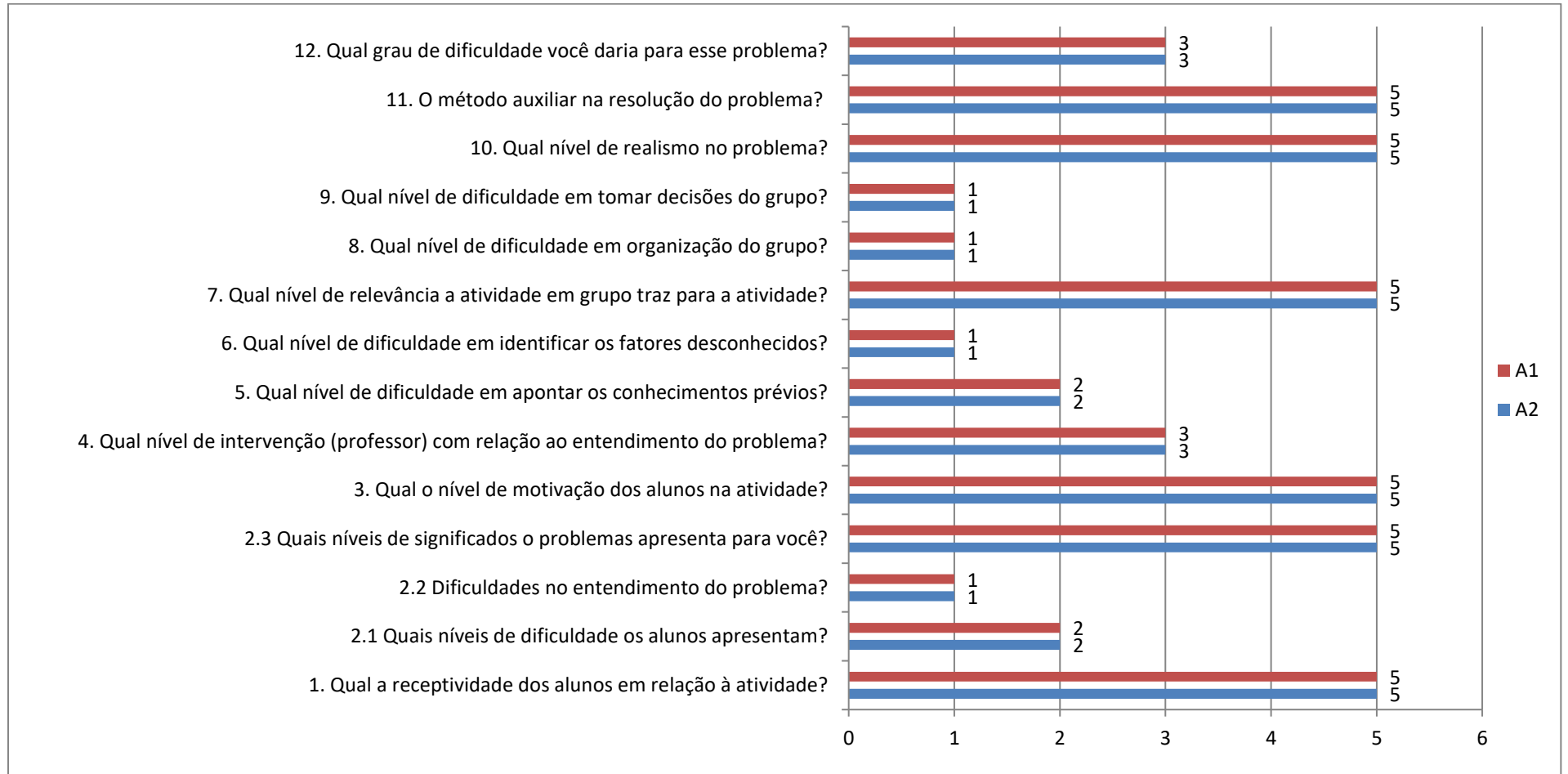
Percebemos neste grupo que os fatos identificados apresentavam a relação da gravidade com a velocidade e a massa do veículo, como já havia sido apontado na tempestade de ideias mencionada anteriormente. Esse fato seria testado na prática para perceber se, de fato, existe essa relação, uma vez que na parte teórica as equações indicam a não existência da interferência da massa na velocidade. Também, foi mencionado o cuidado com a eliminação de variáveis como força inicial e o atrito, trazidos, de mesma forma, pelo grupo anterior.

Em relação aos termos não conhecidos, foi exibida a relação da massa, velocidade e inclinação. Portanto, são indicados os mesmos tópicos para a pesquisa posterior.

Os materiais solicitados foram mais restritos: um tubo de PVC como rampa; uma bola de gude (bolita) para a simplificação do objeto, na tentativa de minimizar o atrito da superfície com o objeto e do objeto com o ar.

Observemos agora a Fotografia do momento, presente no Gráfico 5, apresentada pelo grupo A.

Gráfico 7 - Dados da Fotografia do momento grupo A do Problema II



Fonte: Dados da pesquisa

As perguntas 2.1, 2.2 e 2.3, obtiveram a pontuação 2, 1 e 5 respectivamente, o que significa que a carga cognitiva intrínseca é leve, a carga cognitiva estranha é baixa e a carga cognitiva relevante é alta. Havendo indícios que o problema foi elaborado de forma satisfatório com a carga cognitiva, possibilitando, então, a constituição de esquemas mentais.

Nas questões 1, 3, 7, 10 e 11 obtendo a pontuação 5 indicam que houve receptividade do problema, talvez pelo fato de ele ser real, levar a lembranças de infância e mostrar uma forma diferente de ver as coisas. Apesar de a atividade apresentar dificuldades, os participantes se sentiram motivados para superá-las. Realizar a atividade em grupo também constituiu um fato positivo, pois permitiu o diálogo e a troca de ideias. O realismo do problema, o que é fundamental na constituição dos problemas de ABP e na eficácia do método como auxiliador, facilitaram superar os pontos de dificuldades para resolver os problemas.

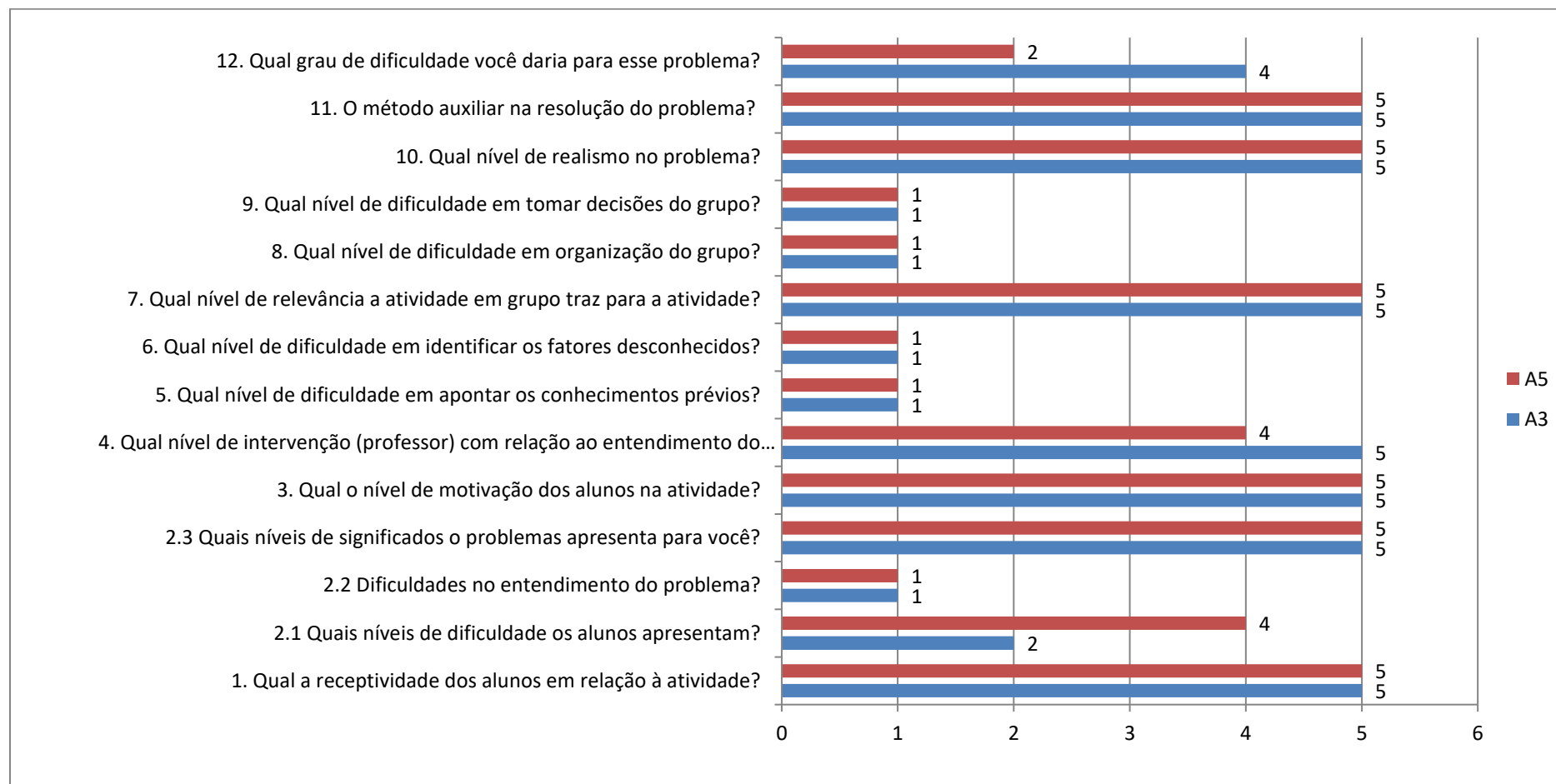
As questões de número 4 e 12 receberam pontuação 3, o que indica neutralidade. À medida que os participantes se adaptavam com a metodologia, observamos que a interferência por parte do pesquisador foi diminuindo, proporcionando aos grupos mais autonomia. Já quanto ao grau de dificuldade do problema, a pontuação pode ser justificada por se tratar de uma questão de física e envolver a interdisciplinaridade.

Os itens 6, 8 e 9 – fatores desconhecidos; organização do grupo e divisão de tarefas; tomada de decisões – tiveram pontuação 1, representando um grau baixo

Quanto à dificuldade em relatar os pontos principais do problema – questão 5 – a pontuação 2 indica uma leve dificuldade.

A seguir, analisaremos a Fotografia do momento do grupo B presente no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Dos dados da Fotografia do momento grupo B do problema II



Fonte: Dados da pesquisa

O participante A5, em relação à questão de número 2.1, apresentou pontuação 4, o que significa moderado, pelo fato de não recordar de alguns conceitos presentes no problema. Já o outro participante, a sua pontuação 2 indica ter ele dificuldade para identificar conteúdos de física. Isto nos revela que, embora o participante A3 não tenha classificado como moderado como outro participante, ficou claro que a carga intrínseca neste problema e para ambos pode ser considerada elevada.

Em relação ao item 2.2, a pontuação sugerida foi de 1, o que significa dificuldade leve, por ser o problema claro e bem específico. Como o problema é claro e não apresenta dificuldade na comunicação, ele representa carga cognitiva externa baixa. Já o item 2.3, foi pontuado com 5, com grau alto, por ele ser relacionado com a realidade, ligado à brincadeira de criança. Isto nos mostra indícios de que a carga cognitiva relevante pode ser considerada alta, favorecendo formação de esquemas mentais.

As questões de número 3, 4, 10 e 11 obtiveram pontuação 5, compondo grau alto. Em relação à motivação, apontaram nunca ter pensado por esse viés e que algo simples pode envolver matemática e física. Quanto à intervenção do professor, foi porque houve a necessidade de explicar alguns pontos, simplificar o problema e interferir bastante em alguns pontos pertinentes. Já no tocante ao realismo do problema, eles perceberam se tratar de uma questão que se aproxima da realidade. Por fim, o método se mostra auxiliar na organização das ideias, pois favorece olhar para o problema de diversas formas e trocar de ideias.

As perguntas 5, 6, 8 e 9 receberam pontuação 1, portanto baixo grau de dificuldade. A apresentação dos conhecimentos prévios retoma o cotidiano e o problema tinha mais pistas do que o anterior. Os fatores desconhecidos foram fáceis de ser identificados. A organização e tomada de decisões no grupo não apresentaram nenhuma dificuldade.

Por fim, em relação a número 12, o fato de o participante A5 atribuir valor 2, sugere não lembrar alguns conceitos e identificar o que está envolvido no problema. Para o participante A3, sua pontuação foi 4, devido à representação do veículo e à manipulação das equações.

## 4.9 NONO ENCONTRO

Nesse encontro, quatro participantes estiveram presentes. Antes de iniciarmos as atividades, foi combinado que permaneceríamos na sala para efetivar a pesquisa, já que ali havia conexão com internet, mas, caso houvesse necessidade, acordamos ir à biblioteca ou a outro local necessário.

Com os grupos reunidos, foi entregue a ficha do relatório parcial e o problema com suas anotações. Inicialmente os participantes pesquisaram na internet, de forma livre, sem muita interferência. Algum tempo depois, foi necessário ir à biblioteca. Então, foi organizado que cada grupo delegasse um participante para esta tarefa, afim de que os participantes dividissem as tarefas e que de realizar uma tarefa em que desejassem trocar ideias ou levantar sugestões.

Após pesquisarem na internet, foi sugerido que fizessem buscas em livros. À medida que os participantes encontravam equações relacionadas ao problema, viam com clareza o que era necessário saber para resolver o problema. Quando perceberam a relação com o plano inclinado, os participantes tiveram mais dificuldade em superar as relações entre inclinação e aceleração do objeto. Portanto foram sugeridos e debatidos, de forma geral, os seguintes questionamentos, mostrados no Quadro 16.

Quadro 16– Perguntas durante a pesquisa II

Perguntas
Qual é a interferência que $\text{sen}\theta$ faz na equação $a = g \cdot \text{sen}\theta$ ?
A ao variarmos os valores de $\theta$ , o que acontece com os valores de $a$ ?

Fonte: Sistematizado pelo autor

Esses questionamentos fizeram com que os participantes percebessem que existe uma relação direta entre o ângulo  $\theta$ , – a inclinação da rampa – com a aceleração, chegando à conclusão que a queda livre, ou seja,  $\theta = \frac{\pi}{2}$  é o valor máximo da aceleração e os outros valores, frações da aceleração até chegar no valor de  $\theta = 0^\circ$ .

A seguir, exibimos, no Quadro 17, hipóteses e informações pesquisadas.



Quadro 17 - Hipóteses e informações da pesquisa dos grupos no problema II

Grupo A	
Hipótese	Modelar equações conhecidas com os valores irá obter durante o experimento
Informações pesquisadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equações que possam representar o problema</li> <li>• Problemas semelhantes</li> <li>• Diferença entre equação e função</li> <li>• Plano inclinado</li> </ul>
Grupo B	
Hipótese	A realização do experimento será realizada em uma pista lisa, seca e com inclinação de 10.º e comprimento de 95 cm
Informações pesquisadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relação entre massa e aceleração</li> <li>• Definição de massa</li> <li>• Definição de força gravitacional</li> <li>• Plano inclinado</li> </ul>

Fonte: Dados da pesquisa

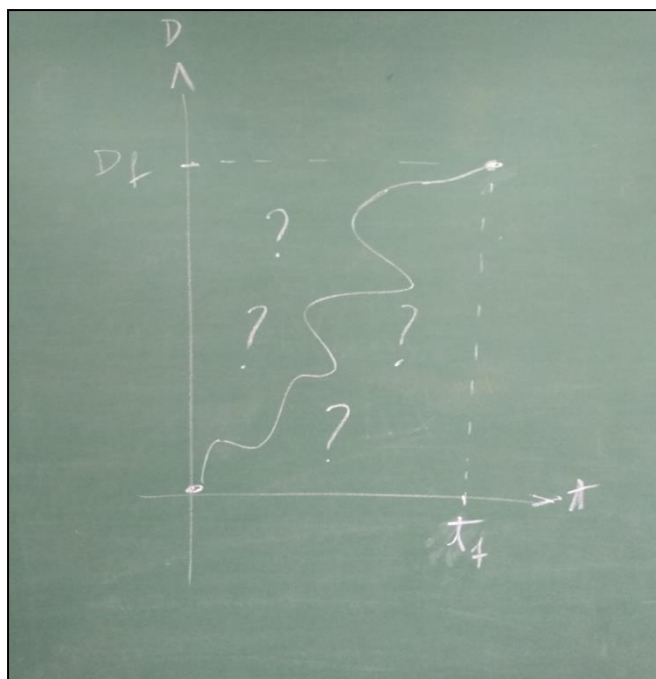
## 4.10 DÉCIMO ENCONTRO

Nesse encontro, quatro participantes estiveram presentes. Usamos o laboratório de física, do Departamento de Física. Nosso objetivo era colocar em prática todas as informações obtidas da pesquisa e coletar dados, para, posteriormente, propor uma solução ao problema.

Ao iniciarmos a atividade, foram reunidos os grupos, entregue a ficha do Relatório parcial e outros materiais contendo informações obtidas nos encontros anteriores, além de todos os materiais solicitados para a realização do experimento.

Compondo os grupos, os participantes tiveram que pensar em estratégias de como coletar os dados, como ocorreu no problema anterior. Porém, ao observarem as equações pesquisadas, os participantes sugeriram ser necessária a coleta do valor inicial que era imediatamente zero, uma vez que o objeto não sofreria nenhuma força, ou seja, abandonado, e o último que era o tempo percorrido pela distância predeterminedada. Porém, foram questionados como poderiam verificar qual equação usar, ou qual função seria mais adequada para a regressão. Então o pesquisador fez o seguinte desenho na lousa, ilustrado na Figura 30.

Figura 30 - Representação do questionamento



Fonte: Acervo próprio

Os alunos decidiram dividir em partes iguais o intervalo utilizado, a fim de medir cada tempo em valores intermediário em relação ao valor inicial e final.

Vejam os dados, presentes nos Quadros 18 e 19, obtidos em laboratório pelos grupos.

Quadro 18 - Dados do grupo A em relação ao problema II

Dados coletados		Dados da inversa	
Inclinação 9,21°			
Distância (cm)	Tempo (seg.)	Tempo (seg.)	Distância (cm)
0	0	0	0
10	0,35	0,35	10
20	0,62	0,62	20
30	0,72	0,72	30
40	0,87	0,87	40
50	1	1	50
60	1,1	1,1	60
70	1,16	1,16	70

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 19 - Dados do grupo B em relação ao problema II

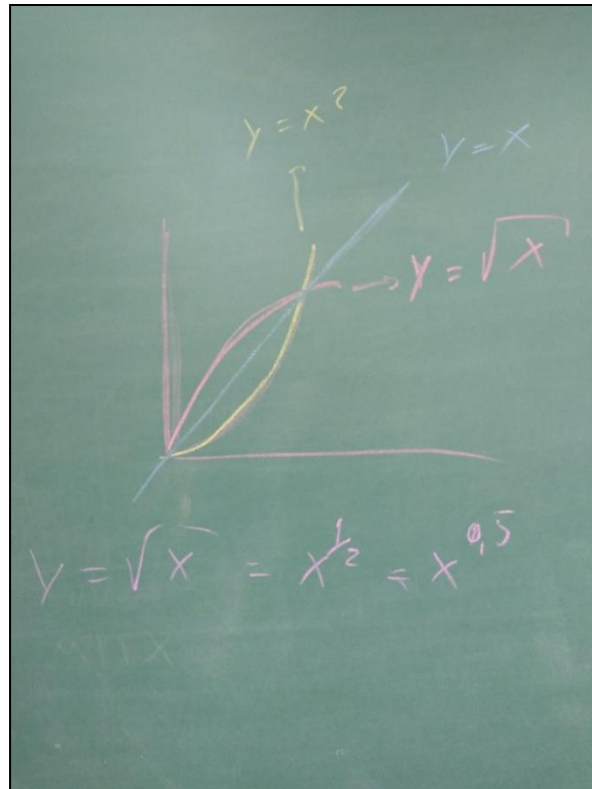
Dados		Dados da inversa	
Inclinação 10°			
Distância (m)	Tempo (seg)	Tempo (seg)	Distância (m)
0	0	0	0
0,2	1,5	1,5	0,2
0,4	2,47	2,47	0,4
0,6	3,16	3,16	0,6
0,8	3,60	3,60	0,8
0,95	3,88	3,88	0,95

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados encontrados primeiramente foram apresentados na coluna Dados. Porém ao visualizarem os dados no *Software GeoGebra*, perceberam que a curva obtida era diferente da esperada, sendo que a equação do movimento é constituída de um polinômio do segundo grau, logo era esperado uma parábola ou uma parte dela.

Então, foi necessária uma intervenção, o pesquisador questionou o seguinte: que função vocês poderiam supor neste caso? Assim, os grupos puseram-se a pensar numa solução. Passado um tempo, o pesquisador apresentou na lousa, uma representação, ilustrada na Figura 31.

Figura 31 - Representação das funções

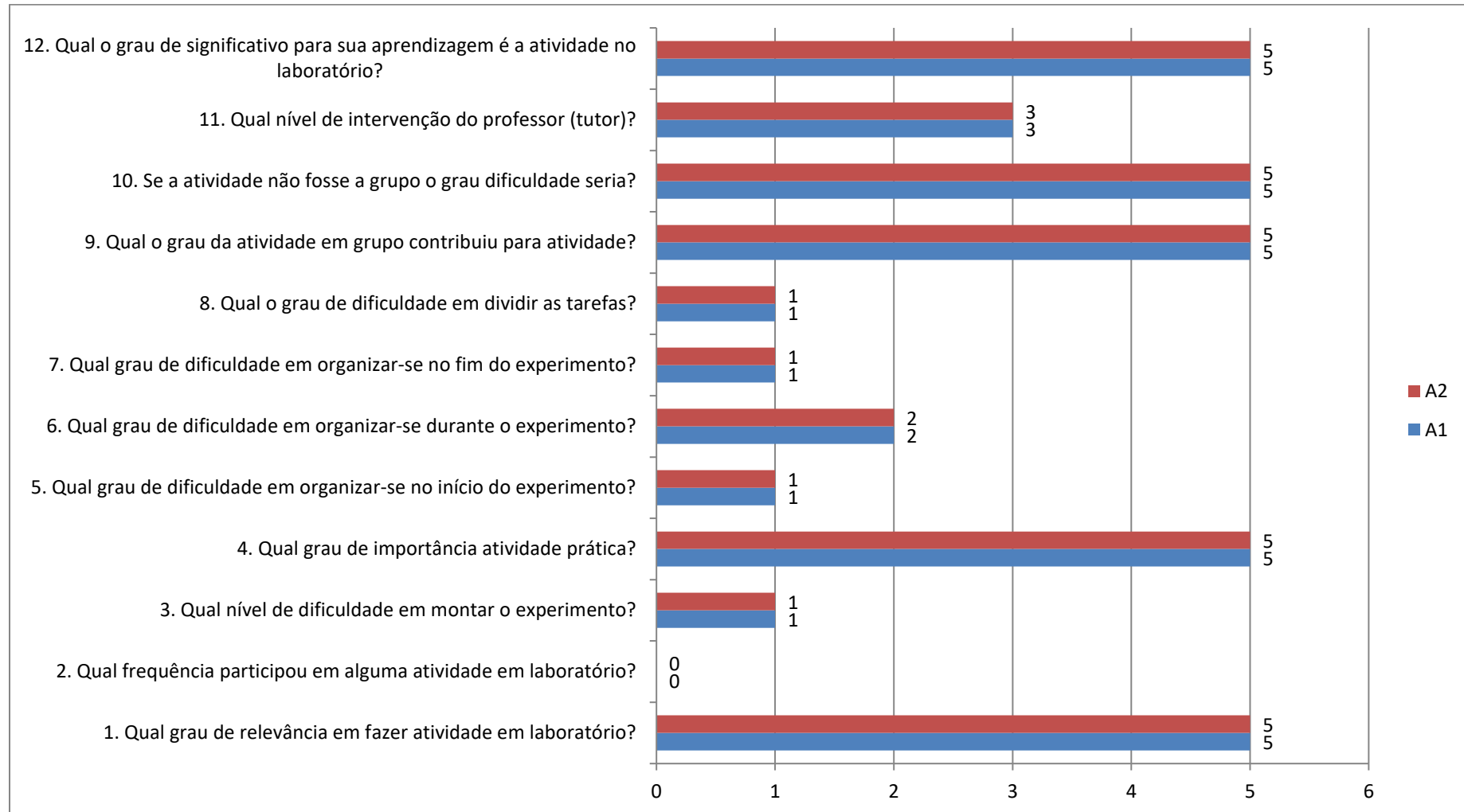


Fonte: Acervo próprio

Com esta ilustração, os participantes puderam perceber que se tratava da função inversa de  $f(x) = \sqrt{x}$ . Com isso, entenderam que os valores dos pares ordenados haviam sido colocados na ordem de tempo para  $x$  e  $y$  para distância. Quando efetuaram a troca, compreenderam perceber que o alinhamento dos pontos era semelhante à forma da função quadrática, utilizando, então a distância em  $x$  e o tempo em  $y$ .

A seguir, analisaremos a Fotografia do momento apresentada pelo grupo A, referente ao laboratório, ilustrado no Gráfico 9.

Gráfico 9- Fotografia do momento do Grupo A na atividade em laboratório referente ao problema II



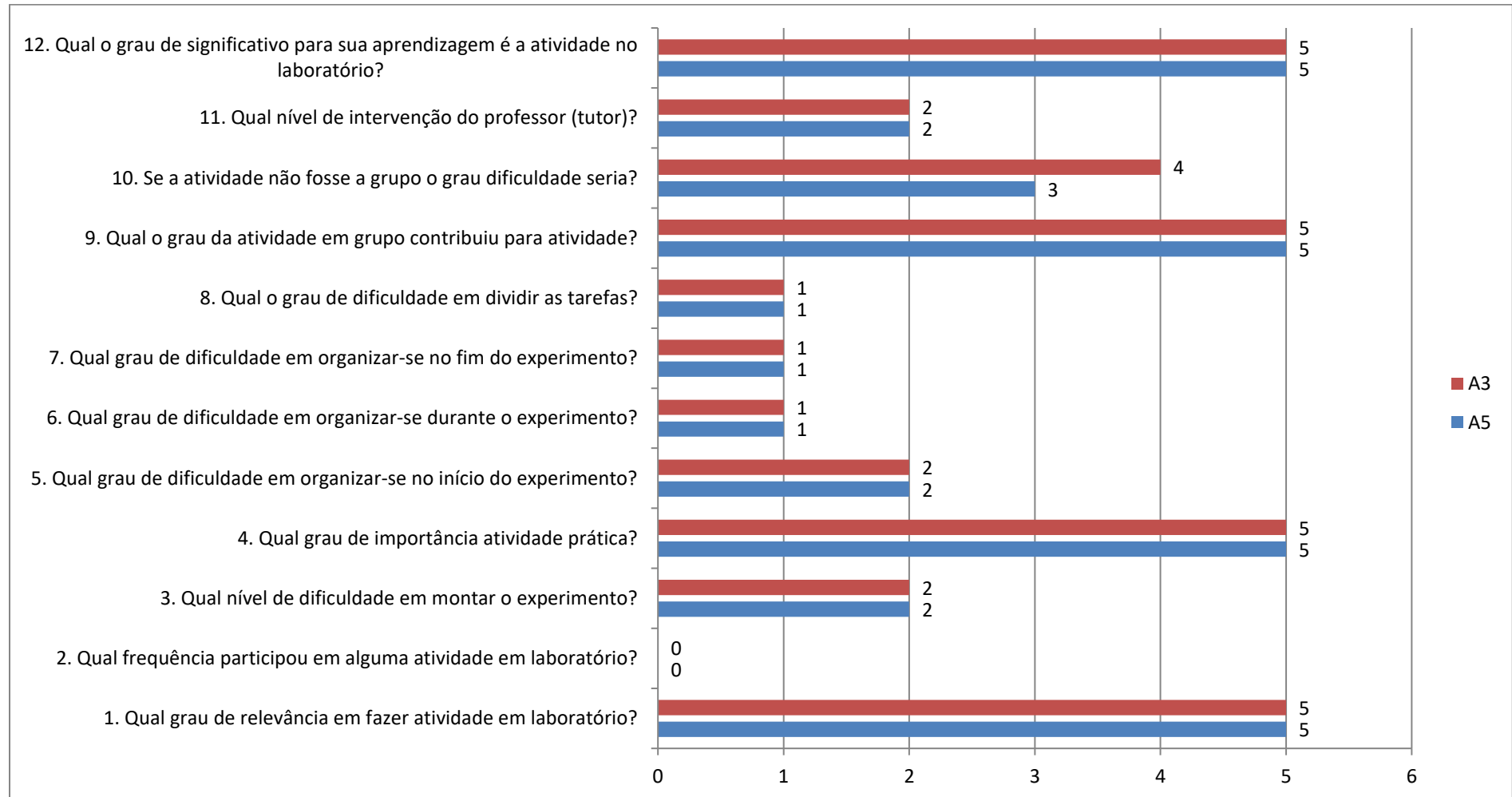
Fonte: Dados da pesquisa

As questões 1, 4 e 12 que envolvem as atividades realizadas em laboratório obtiveram valor 5, o que indica que os participantes perceberam a relevância de coletar e manusear dados. Caso a parte prática da atividade não fosse desenvolvida em laboratório, ela perderia o sentido. Os questionamentos 3, 7 e 8 foram pontuados com 1. Como já era o segundo experimento e não havia necessidade de materiais complexos, os participantes não tiveram dificuldade na montagem, na organização e na divisão das tarefas. Mas, a questão 6, com pontuação 2, refere-se à dificuldade durante o experimento, por conta dos dados mencionados anteriormente, gerando alguns dúvidas e necessitando intervenção.

O fato de as questões 9 e 10 obterem a pontuação 5 vem validar a importância da atividade ser realizada em grupo e do grupo em si, como suporte para o trabalho. Por fim, a questão 11, indica ter havido uma intervenção média do tutor, explicitada pela pontuação 3.

Em seguida, analisaremos a Fotografia do momento apresentada pelo grupo B, presente no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Fotografia do memento do Grupo B na atividade em laboratório, referente ao problema II



Fonte: Dados da pesquisa

Tal qual o grupo A, as questões 1, 4 e 12 obtiveram a pontuação 5, o que representa que também eles perceberam a importância da atividade em laboratório, já que lá é possível dar mais sentido ao experimento, possibilitando testar a hipóteses, como o caso da massa não influenciar na velocidade. Os participantes testaram esferas de pesos diferentes, podendo constatar a hipótese. Isso ratifica o quanto significativo é uma atividade prática.

Os questionamentos 5, 6 e 7 obtiveram pontuação 2, 1 e 1, respectivamente. O que revela ter havido uma ligeira dificuldade no início da atividade para medir o ângulo de inclinação do plano inclinado. Ainda, o grupo B decidiu dividir a distância percorrida em intervalos iguais, então para cada parcela efetuar pelo menos quatro tomadas de tempo, obtendo a média dos valores coletados.

As questões 8, 9, e 10 receberam a pontuação de 1, 5 e 5, respectivamente. A primeira pergunta refere-se facilidade do grupo B em dividir tarefas. Já as outras duas relacionam-se à atividade em grupo, sendo que no número 10, obtivemos divergência de opiniões, pontuando A3 com 4 e A5 com 3. Justificaram-se dizendo que a tomada dos tempos e a elaboração do relatório trariam mais dificuldade para a atividade, sobrecarregando os participantes com muitas tarefas.

Por fim, a pontuação 2 para a questão 11, que trata do nível de intervenção, se refere às intervenções pontuais necessárias para o andamento do experimento, como o fato de a relação entre distância pelo tempo apresentar o gráfico diferente do esperado.

Após a coleta dos dados, como ainda havia tempo, os participantes se reuniram nos grupos e compuseram o esboço do relatório, o qual deveria ser concluído no encontro seguinte, e os resultados serem apresentados.

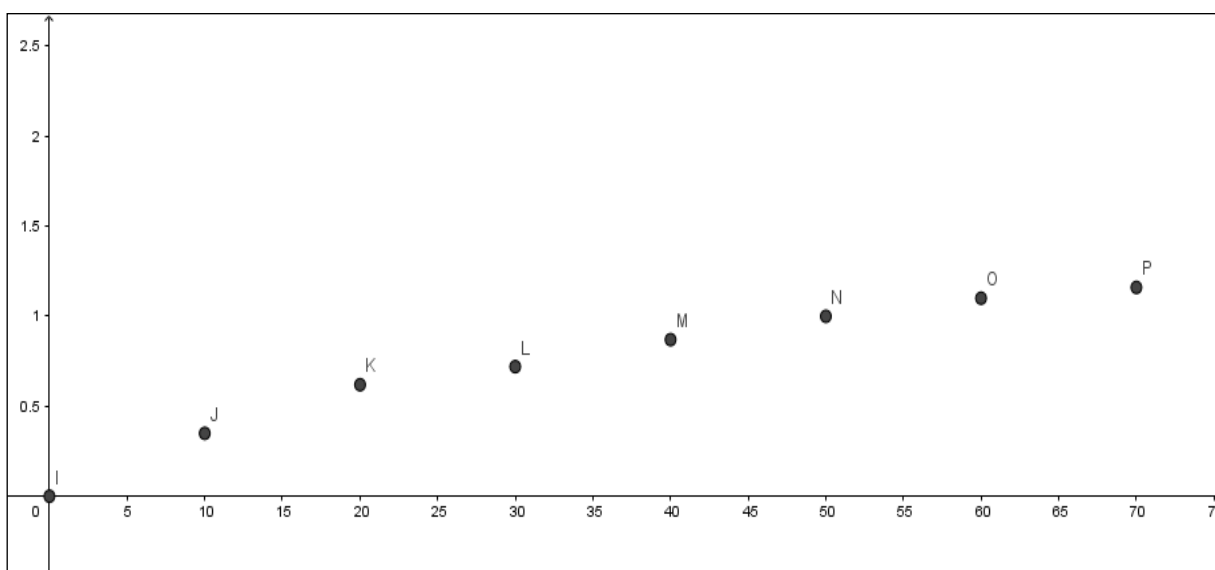


#### 4.11 DÉCIMO PRIMEIRO ENCONTRO

Nesse encontro, quatro participantes estiveram presentes. Encontramo-nos novamente na sala de aula, onde eles se reuniram em seus respectivos grupos para dar continuidade ao fechamento da redação final do relatório e preparar para a apresentação dos resultados do problema II.

O grupo A apresentou os dados coletados, como é ilustrado na Figura 32.

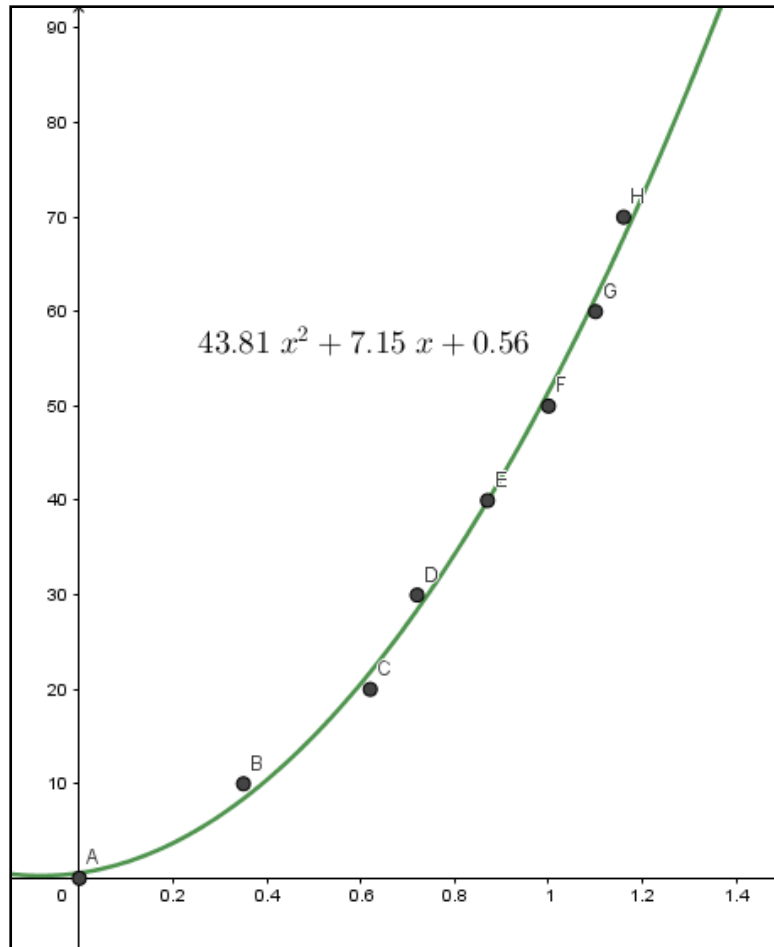
Figura 32 - Dados do problema II do grupo A



Fonte: Dados da pesquisa.

A apresentação dos dados do grupo acabou gerando uma confusão nos participantes, pois o pesquisador os fez perceber que se tratava de uma função dada pela equação  $f(x) = \sqrt{x}$ , e que estavam representados distância pelo tempo. Sendo questionados quanto à relação entre as grandezas, os participantes entenderam que haviam utilizado de forma inversa. Então efetuaram a troca e obtiveram, como resultado, o gráfico ilustrado pela Figura 33.

Figura 33 - Gráfico da regressão obtida dos dados problema II



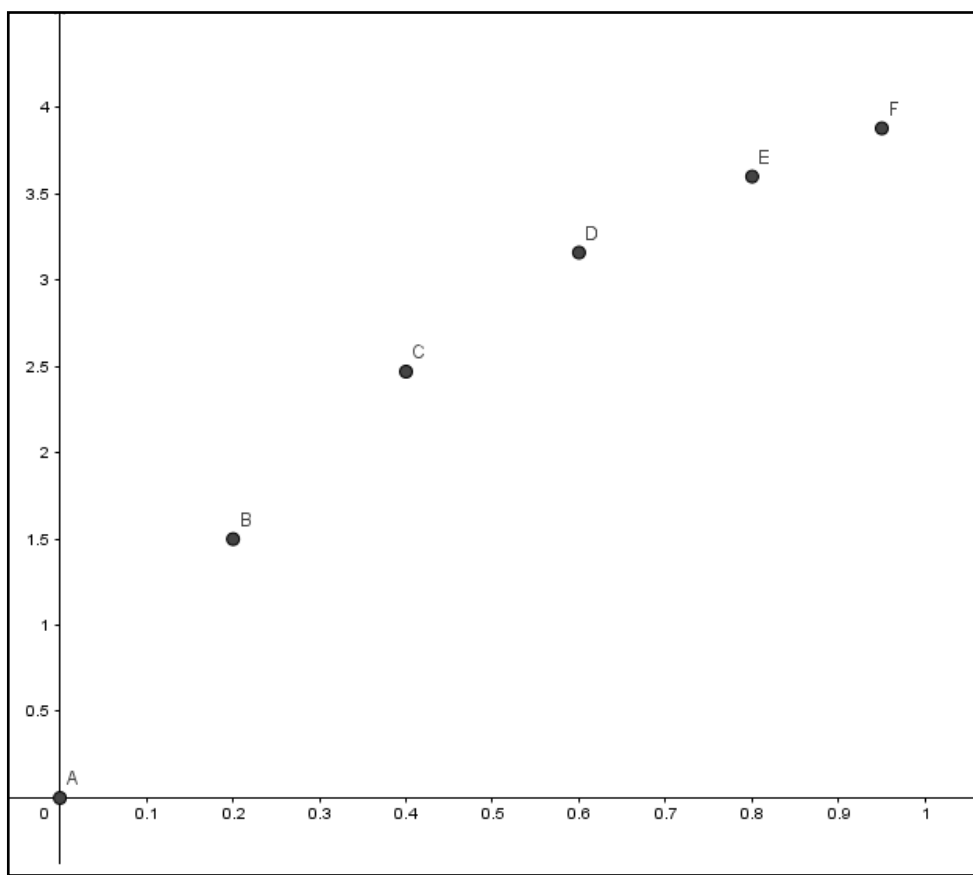
Fonte: Dados da pesquisa

Ao serem questionados sobre o fator na expressão da lei  $43,81x^2 + 7,15x + 0,56$  e o que ele representava, da mesma forma como no problema anterior, os participantes perceberam que se tratava de um pequeno valor do impulso inicial, e o fator 0,56 representava um erro de posicionamento do objeto no início da descida.

Isso mostra que, para coletar dados reais, é preciso um maior rigor na coleta, como consequência os dados apresentarão pequenos desvios. Mesmo tendo os devidos cuidados e considerando as resistências nulas, no experimento só é possível minimizar as resistências.

Já o grupo B apresentou os seguintes dados, ilustrados na Figura 34.

Figura 34 - Dados do problema II do grupo B



Fonte: Dados da pesquisa

Da mesma forma, o grupo B apresentou problema com o uso dos dados de forma inversa, utilizando a relação de tempo em função da distância, ou seja, o resultado obtido pelo grupo B foi semelhante ao do grupo A.

Os participantes relataram que os dados podem apresentar erros, oriundos da coleta, cujas causas residem no momento de cronometrar o tempo e indicar as medidas. Portanto, os dados foram obtidos através de médias ou valores que repetiam com maior frequência.

A seguir, apresentamos os relatos da autoavaliação do problema II, exibidos nos Quadros 20 e 21.

Quadro 20- Destaques da autoavaliação do grupo A

A2		A1	
Perguntas	Destaques dos relatos		
Qual foi o seu desempenho na atividade, sua dedicação individual na atividade e o que poderia melhorar para próximas atividades?	Considera seu desempenho produtivo, e teve dedicação máxima nas atividades e gosta muito do assunto.	Considera seu desempenho ter sido baixo, pois não dominava os conteúdos abordados, mas acredita ter mais experiências. Relata que, mesmo entusiasmado com atividade, não pode fazer muitas contribuições.	
Apresente prós e contras da atividade, o que poderia melhorar e sugestões.	Não indica mudanças, pelo fato se tratar de uma atividade de investigação do aluno, depende somente dele. O professor faz observações precisas e pontuais	Prós: Trabalho em grupo, interdisciplinaridade e conteúdos novos	Contras: Não apresenta nada
Qual seu desempenho no grupo, expressando suas contribuições e como o grupo contribuiu para sua aprendizagem?	Tornei-me o líder do grupo e conduzi as atividades	Auxiliou na coleta dos dados e na construção dos gráficos	
Se fosse realizar o experimento novamente, o que faria diferente?	Dedicaria mais tempo e tentaria minimizar os erros da equação	Ajudaria mais meu colega de grupo	

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 21- Destaques da autoavaliação do grupo B

	A5	A3	
Perguntas	Destaques dos relatos		
Qual foi o seu desempenho na atividade, sua dedicação individual na atividade e o que poderia melhorar para próximas atividades?	Considera seu desempenho satisfatório inicialmente, não recordava dos assuntos que eram abordados e ressalta que suas dúvidas foram sendo sanadas na etapa da pesquisa.		Considera seu desempenho bom, mais participativo em relação à atividade anterior; Poderia resolver o problema de forma mais complexa.
Apresente prós e contras da atividade, o que poderia melhorar e sugestões	Prós: Trabalho em grupo, pelo contato com opiniões divergentes; o contato com situações do cotidiano, proporcionando ver a teoria e a prática; a busca por materiais e as relações que se estabelecem com o que diz o problema;	Contras: A atividade seria mais interessante se tivesse mais participantes	Prós: Trabalho em grupo; experimento em laboratório; achou interessante a forma de utilizar o laboratório e a apresentação do problema. Contras: No início aparentava um problema real, porém através das variáveis que poderia compor o problema, e então as simplificações no modelo, não parecia tão significativo no final
Qual seu desempenho no grupo, expressando suas contribuições e como o grupo contribuiu para sua aprendizagem?	Sua participação no grupo foi muito importante, pelo fato de as tarefas terem sido divididas de forma igual, sua participação em todas as etapas foi importante para o desempenho do grupo; quando em situações que somente o diálogo era necessário para a tomada de decisão; o contato com assuntos relacionados com física aumentou sua aprendizagem.		Boa distribuição de tarefas e a importância do trabalho em grupo.
Se fosse realizar o experimento novamente, o que faria diferente?	Grupos com mais participantes poderia ser de grande relevância, justamente por colocar em contato com a divergência de ideias.		Resolver o problema de forma mais complexa.

Fonte: Dados da pesquisa

Após a apresentação dos resultados dos grupos, foi entregue aos participantes a ficha Questionário final (Apêndice B), com o objetivo de identificar se houve as mudanças de concepções dos participantes após a aplicação da sequência didática.

No próximo capítulo analisaremos e confrontaremos o questionário inicial com os dados obtidos no questionário final, a fim alcançar o objetivo da pesquisa.

## 5 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

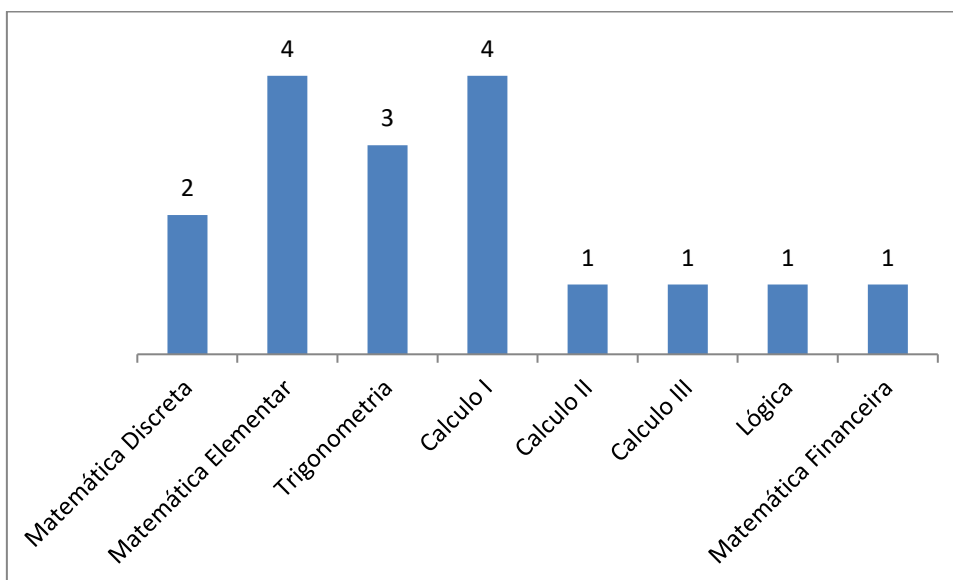
Seguem abaixo as análises dos questionários preenchidos pelos participantes da pesquisa. O primeiro, aplicado antes do início das atividades, e o segundo, no último encontro.

### 5.1 QUESTIONÁRIO INICIAL

O Questionário inicial (Apêndice A), aplicado antes da execução dos problemas propostos, possibilitou identificar alguns conhecimentos prévios e conhecer o que participantes sabiam acerca das metodologias ativas e da ABP.

Sobre o perfil escolar dos participantes: somente um não havia cursado a Educação Básica no Rio Grande do Sul (RS), tendo sua formação ocorrida no estado do Rio de Janeiro; todos os demais estavam matriculados no curso de licenciatura em matemática, sendo que um deles possuía formação em bacharelado em matemática. O Gráfico 11 mostra as disciplinas já concluídas ou em andamento, referentes aos conteúdos de funções.

Gráfico 11 - Disciplinas apontadas pelos participantes (questionário inicial)



Fonte: Dados da pesquisa

Quando questionados sobre como havia sido o estudo de funções durante a Educação Básica, apenas um participante relatou ter sido bom e mais aprofundado, porém sem muitas aplicações. Os demais indicaram terem estudado tal conteúdo, mas não aprofundado.

Perguntados se conheciam alguma das metodologias classificadas como metodologia ativa, a resposta foi unânime não.

Para identificarmos o conhecimento dos participantes em relação ao conceito de problema, obtivemos respostas diversificadas, como vemos nas Figuras 35a e 35b.

Figura 35 - Exemplos de respostas da questão 8 (questionário inicial)

<p>(A) 8. Em sua opinião: (Se desejar pode apresentar um exemplo)</p> <p>A) O que é um problema?</p> <p>UM PROBLEMA É UM EXERCÍCIO QUE MESCLA CONTEÚDOS VISTO EM AULA COM QUESTÕES DO DIA-A-DIA. NORMALMENTE, EXIGE UMA INTERPRETAÇÃO MAIOR PARA PODER ENCONTRAR OS DADOS PARA RESOLUÇÃO</p>
<p>(B) 8. Em sua opinião: (Se desejar pode apresentar um exemplo)</p> <p>A) O que é um problema?</p> <p>São situações em que devemos resolver.</p>

Fonte: Dados da pesquisa

Quando questionados sobre o que seria um problema aberto, tivemos também respostas diversas. Destacamos duas, a da Figura 36a traz a ideia de problemas em abertos na matemática associada àqueles que não foram solucionados. Já a Figura 36b traz uma resposta mais próxima do conceito de problema em aberto, considerado nesta pesquisa.



Figura 36 - Exemplos de resposta da questão 8b (questionário inicial)

<p>(A) O que é um problema em aberto?</p> <p>Quando ainda não foi solucionado ou solucionado, ainda falta resolver alguma parte, mesmo temos um problema em aberto.</p>
<p>(B) O que é um problema em aberto?</p> <p>Um problema em aberto trata-se daquele que não possui os dados necessários para obter-se sua solução.</p>

Fonte: Dados da pesquisa

Para a pergunta referente ao problema fechado, as respostas, na maioria, indicavam a ideia oposta de problema aberto, porém destacamos duas (Figuras 37a e 37b): uma com a ideia oposta de problema em aberto; e a segunda, próxima ao conceito de problema aberto.

Figura 37 - Exemplo de resposta da questão 8C (questionário inicial)

<p>(A) O que é um problema fechado?</p> <p>É um problema que possui os dados necessários para obter-se sua solução.</p>
<p>(B) O que é um problema fechado?</p> <p>É um questionamento que já foi resolvido por alguém. Exemplo. A conjectura de Poincaré já foi resolvida.</p>

Fonte: Dados da pesquisa

A última questão não nos forneceu informações que nos auxiliassem obter conceitos relacionados a funções. Porém, percebemos nas respostas, que, como futuros professores, os

participantes almejam utilizar problemas cotidianos dos conceitos de função, função Afim e função Quadrática em suas salas de aula, como ilustra a Figura 38.

Figura 38 - Exemplo de resposta da questão 9 (questionário inicial)

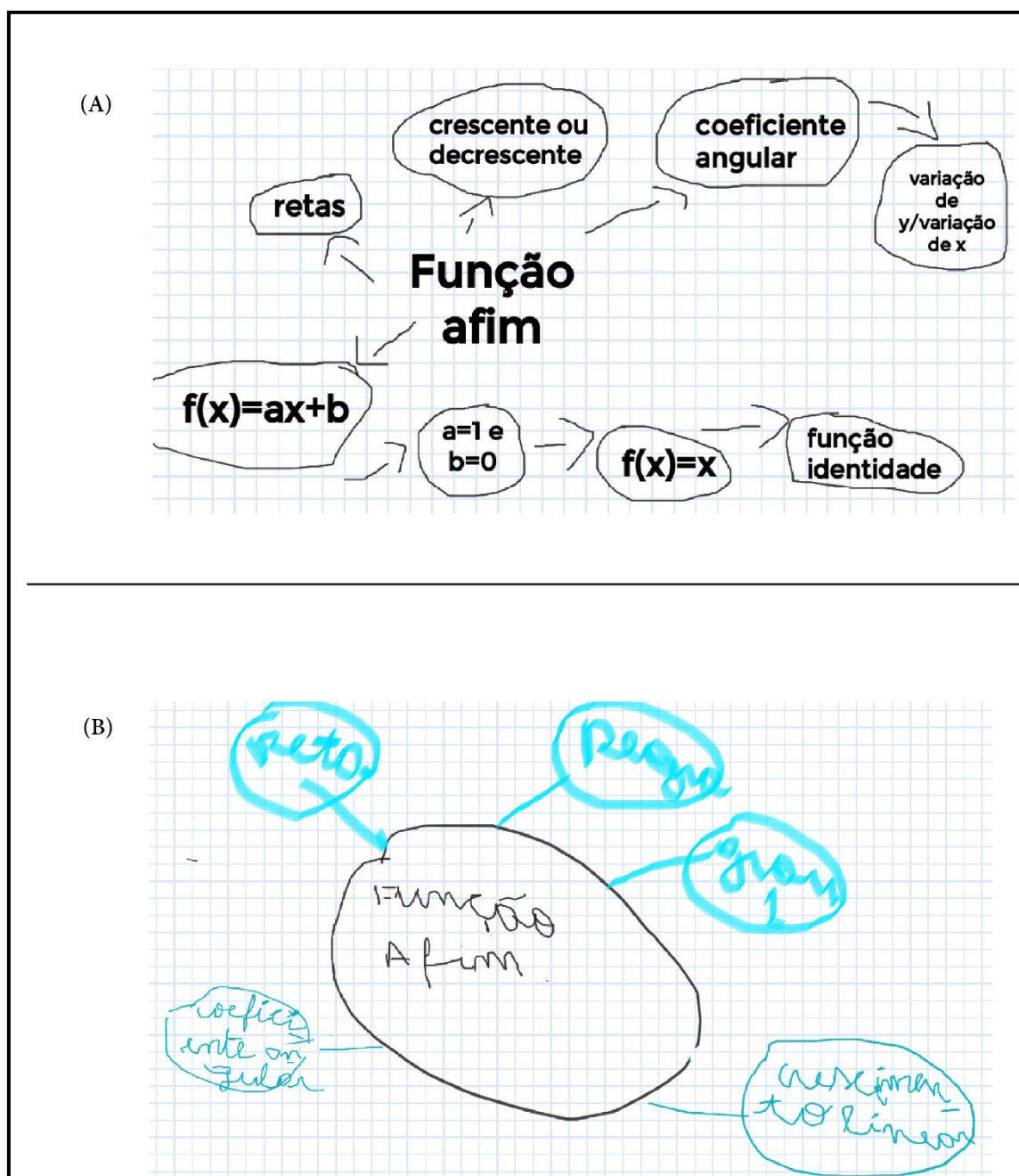
<p>(A) Como introduziria o conceito de função afim?</p> <p>Utilizando na lição da variável algum objeto ou algo próximo da realidade. Por exemplo, se eu pegos laranjas (primeira coisa que eu pensei) e coloco em frente a um espelho, quanto aparecem no espelho (esta seria função identidade)</p>
<p>(B) Como introduziria o conceito de função quadrática?</p> <p>Da mesma forma que com a função afim, com aplicações práticas a fim de mostrar ao aluno a utilidade e aplicação do que aprende em sala de aula no seu dia-a-dia.</p>

Fonte: Dados da pesquisa

Nosso intuito, no entanto, com essa questão era obter informações dos conhecimentos prévios sem o uso de exercício. Então sugerimos que os participantes constituíssem um mapa mental, associando quantas palavras quisessem aos conceitos de função, função afim e função quadrática. Assim sendo, nós podíamos observar a magnitude do esquema mental de cada um, compondo seu conhecimento prévio.

Apresentamos exemplos de mapas mentais dos participantes na Figura 39.

Figura 39 - Exemplo de mapa, apresentado pelos participantes A3 e A4



Fonte: Dados da pesquisa

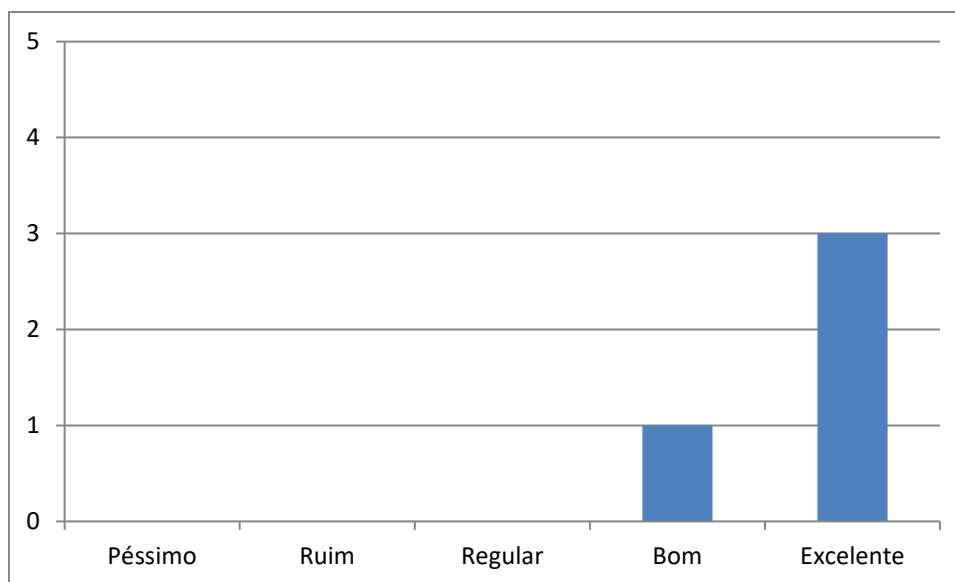
A Figura 39b chama nossa atenção por conter poucas palavras, o que poderia nos induzir a concluir, de forma equivocada, que o participante fazia poucas associações mentais. Contudo, isso ressalta a dificuldade da obtenção legítima da magnitude do esquema mental, pois essas

palavras são aquelas associadas de imediato. Certamente se houvesse algum estímulo ou sugestões, teríamos mais palavras.

## 5.2 QUESTIONÁRIO FINAL

Após o desenvolvimento da sequência didática com os acadêmicos, foi oferecido o questionário final (Apêndice B), que culminou nesta análise para auxiliar a verificação das potencialidades da ABP no ensino de aplicação de funções. Dos sete sujeitos do primeiro questionário, quatro participaram do segundo. O Gráfico 12 mostra que os estudantes avaliaram o uso da ABP como facilitador para a aprendizagem.

Gráfico 12 - Classificação sobre contribuições de ABP na aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa

Esse resultado vem corroborar que o método contribuiu bastante para o processo de aprendizagem dos alunos, pois ele permite compreender melhor os conteúdos, abordar de forma diferente os problemas, possibilitando a investigação, como atesta o exemplo da Figura 40.

Figura 40 - Exemplo de resposta questão 1 (questionário final)

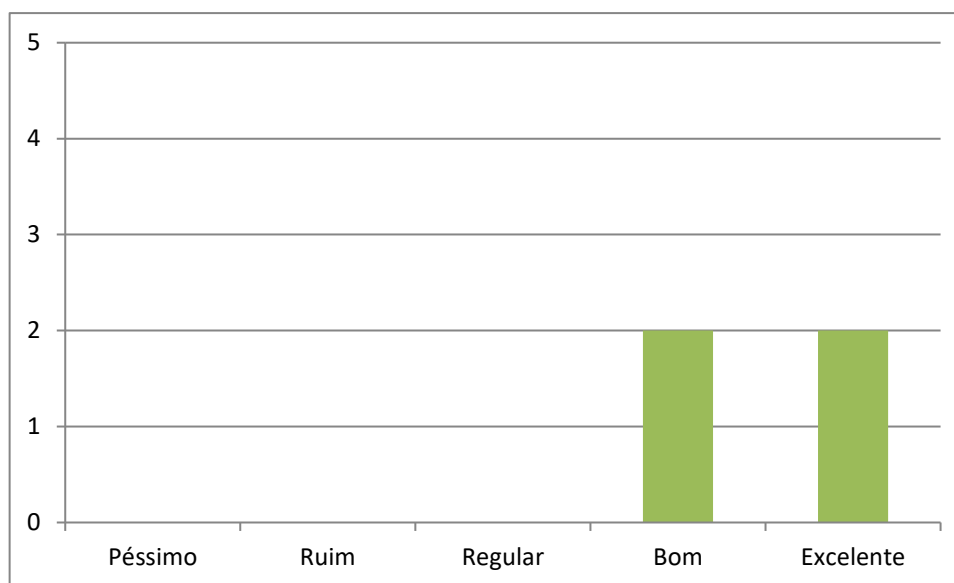
1 – No ponto de vista da aprendizagem, como você julgaria o ABP como facilitador de aprendizagem? Justifique sua resposta.

O ABP certamente facilita a aprendizagem pois, além de fazer o aluno realizar uma análise dos dados do problema, ainda possibilita o contato do mesmo com a pesquisa. Também, faz-se necessário, por parte do aluno, realizar o experimento para a comprovação da teoria.

Fonte: Dados da pesquisa

Questionados o quanto a ABP possibilita aplicar seus conhecimentos, as respostas ficaram divididas em bom e excelente. As principais justificativas foram poder ver os conhecimentos teóricos na prática, através de hipóteses unidas aos conhecimentos prévios e testá-los na prática. O Gráfico 13 e a Figura 41 ilustram esses apontamentos.

Gráfico 13 - O quanto a ABP possibilita aplicar seus conhecimentos (questionário final)



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 41 - Exemplo de resposta da questão 2 (questionário final)

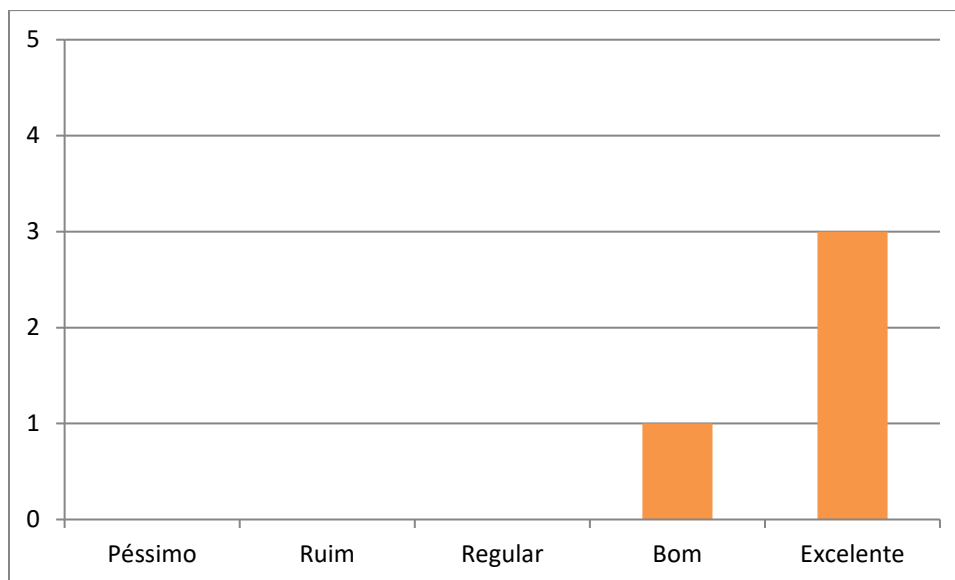
2 – No mesmo ponto de vista, como você julgaria o ABP em relação a aplicar seus conhecimentos? Justifique sua resposta.

EXCELENTE, POIS PODEMOS ANALISAR O QUE SABIAMOS ANTES E DEPOIS DA PESQUISA

Fonte: Dados da pesquisa

A questão 3, referente ao quanto a ABP contribuiu para atividade em grupo, vem ratificar que a atividade em grupo foi um fator imprescindível para a ABP, evidente no Gráfico 14.

Gráfico 14 - Contribuição do ABP na atividade em grupo (questionário final)



Fonte: Dados da pesquisa

As causas para a contribuição da ABP na atividade em grupo são tanto a troca de experiências e ideias, quanto a divisão das tarefas, embora até possa haver dificuldade nas negociações entre os membros, como mostra o exemplo na Figura 42.

Figura 42 - Exemplos de justificativa para atividade em grupo ABP (questionário final)

3 - No mesmo ponto de vista, como você julgaria no ABP a atividade em grupo? Justifique.

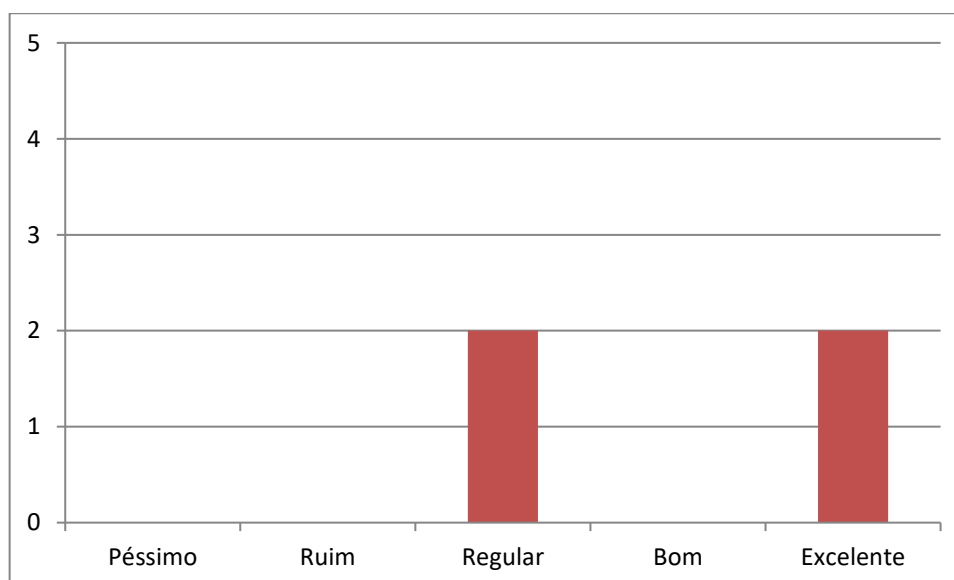
fazendo uma ligação com a pergunta anterior, acho  
que o contato proporcionado pela atividade em grupo  
é de extrema importância justamente pois, quanto maior o nú-  
mero de pessoas, mais eficiente será a aplicação de nossos co-  
nhecimentos. A atividade em grupo ainda possibilita o contato  
com diferentes ideias para a análise e abordagem do problema.  
Isso nos ajuda pois nos deixa em contato com diferentes for-  
mas de resolução.

PODE APRESENTAR ALGUMAS FALHAS COMO A NÃO  
PARTICIPAÇÃO DE TODOS INTEGRANTES, MAS DE MODO GERAL É BOM

Fonte: Dados da pesquisa

Ao serem questionados acerca do aprendizado de funções e o quanto as atividades contribuíram para tal fim, as respostas ficaram divididas entre regular e excelente. Isso pode ser visto no Gráfico 15.

Gráfico 15 - Contribuição para ensino de função (questionário final)



Fonte: Dados da pesquisa

A justificativa para o regular, está em o método não propiciar muito uma aprendizagem inicial. Os apontamentos mostram que o projeto proporcionou a revisão de várias funções como: função afim, função quadrática, função polinomial e função inversa, como ilustra a Figura 43.

Figura 43 - Exemplos de repostas questão 4 (questionário final)

4 - Ainda no mesmo ponto de vista, como você julgaria as atividades em relação aprendizado de funções? Aponte assuntos/fatos que foram esclarecidos ou reforçados durante o projeto.

COMO NÓS JÁ SABEMOS FUNÇÕES FICA DIFÍCIL OPINAR, MAS PARA ENSINAR ALUNOS SOBRE FUNÇÕES, VEJO COMO UM GRANDE POTENCIALIZADOR

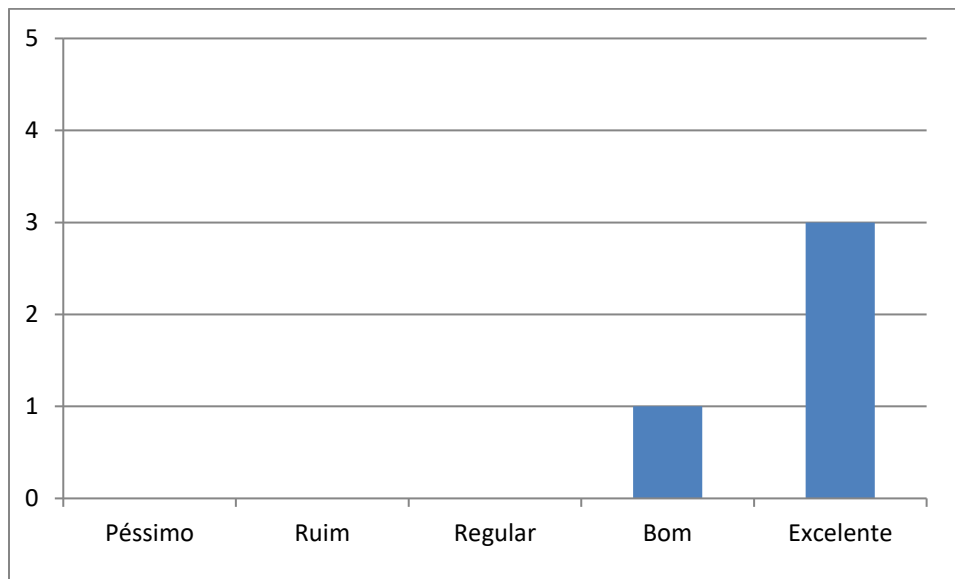
É uma boa abordagem para revisar conhecimentos prévios mas não como forma de aprendizagem inicial sobre o assunto

Faço esclarecidos/reforçados os conceitos de função, como: função afim, função quadrática, função polinomial, função inversa, etc. Isso foi importante pois está diretamente ligado com nossa aprendizagem na graduação. Também foi possível a chance de ver como as funções manifestam-se em nosso cotidiano.

Fonte: Dados da pesquisa

A pergunta 5 refere-se ao quanto as atividades proporcionam a interdisciplinaridade. A maioria dos participantes marcou como excelente (Gráfico 16).

Gráfico 16 - Contribuições para a interdisciplinaridade (questionário final)



Fonte: Dados da pesquisa



Como justificativa, os acadêmicos indicaram a importância de a Matemática dialogar com outras matérias como física e química, por exemplo. A Figura 44 ilustra uma das justificativas.

Figura 44 - Exemplo de justificativas, referente à interdisciplinaridade (questionário final)

5 - No mesmo ponto de vista, como você julgaria as atividades em relação à interdisciplinaridade? Justifique sua resposta.

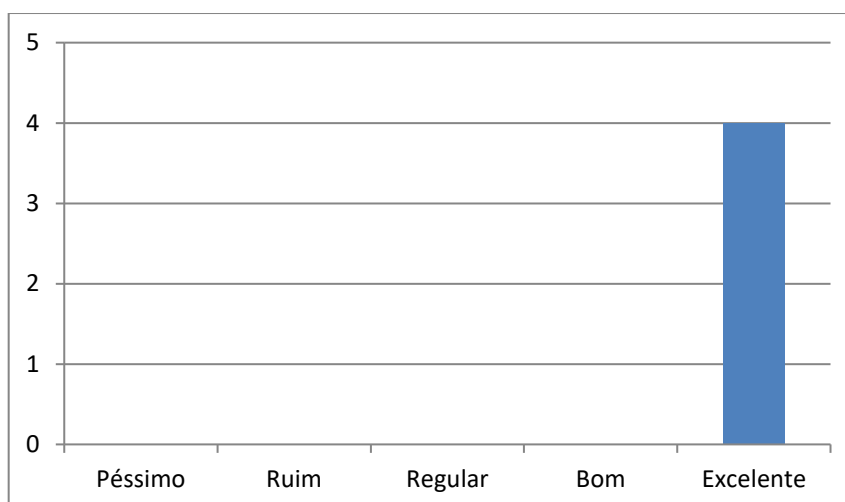
*Certo que nas duas atividades propostas, foram abordados assuntos de outras disciplinas, como química e física. Julgo isso importante para termos ciência de que a matemática pode, e constantemente mantém, manter contato com outras disciplinas.*

*MESCLA MUITAS DISCIPLINAS, COMO: MATEMÁTICA, FÍSICA E QUÍMICA, E, DESENVOLVE OUTROS FATORES QUE DERIVAM DE OUTRAS DISCIPLINAS*

Fonte: Dados da pesquisa

Na questão 6, eles foram questionados sobre a importância do projeto no campo profissional. Unanimemente foi respondido como excelente, como ilustra o Gráfico 17.

Gráfico 17 - Importância profissional do projeto



Fonte: Dados da pesquisa

Como justificativa os participantes relataram que o método seria uma boa ferramenta para a fixação de conhecimentos e aplicação matemática, sendo rara esta forma de utilização

nas escolas. Ainda, os participantes mostraram vontade de aplicar em sala de aula quando graduados. A Figura 45 ilustra alguns exemplos destes relatos.

Figura 45 - Exemplos de respostas questão 6 (questionário final)

6 – Do ponto de vista profissional, qual a importância do projeto? Justifique sua resposta.

O projeto foi bastante importante para mim pois possibilitou a minha imersão na área de pesquisa profissionalmente falando, tal ação tem pontos positivos como:

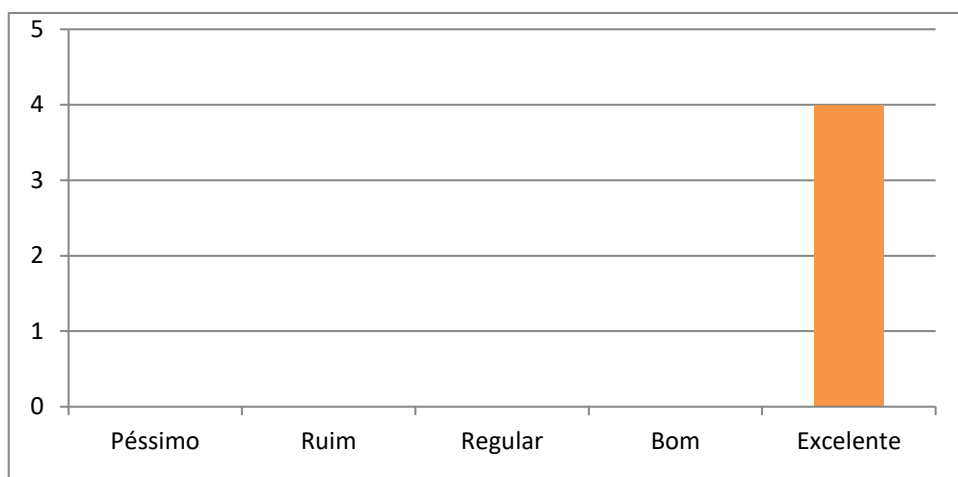
- despertou-me o interesse pela pesquisa, não somente um assunto matemático, mas também em outras áreas.
- possibilitou-me o contato com opiniões adversas às minhas, o que foi necessário para entender que assim se compõe um trabalho em grupo.
- o contato com o experimento em laboratório, mesmo que é possível comparar a teoria com a prática.

O projeto se mostrou uma boa ferramenta para fixação de conhecimento e aplicação matemática que gradualmente é dada nas escolas, futuramente tentarei utilizar ABP em sala de aula.

Fonte: Dados da pesquisa

Finalizando o questionário, a questão 7 indagou sobre a aplicabilidade de ABP em sala de aula e solicitou citar benefícios, bem como as dificuldades que o método poderia apresentar. Como resultado, obtivemos, de forma unânime, que o método seria excelente, como expõem os dados do Gráfico 18.

Gráfico 18 - Classificação da aplicação do ABP na escola básica



Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas apontam que o método seria muito útil em sala de aula, pois privilegia contato com pesquisa, organização em grupo e ideias, experimentos em laboratório e a relação entre conteúdo e cotidiano. E os pontos de dificuldade seriam o comprometimento dos alunos na atividade e o devido cuidado com os conhecimentos prévios, a interferência do professor em formar os grupos, um dos exemplos vem ilustrado na Figura 44.

Figura 46 - Exemplo de resposta questão 7 (questionário final)

7- É uma ótima forma de mostrar que a matemática não é de fato pura na realidade do aluno, saindo do ponto de vista teórico e apresentando conhecimento na prática.

Nas escolas geralmente os conteúdos matemáticos não abordados de modo teórico e sem proximidade com o aluno, a abordagem surge como possível forma de combater isso e fazer com que se torne mais raro a pergunta "pra que eu vou usar isso na minha vida?", afinal o conteúdo vai estar sendo aplicado.

Trata-se ainda de uma ótima forma de fortalecer o trabalho em grupo.

Alguns fatores que devem ser levados em conta na hora de utilizar a abordagem é se os alunos possuem os conhecimentos prévios necessários, se a turma é participativa, se o problema não é interessante e os grupos formados pelos alunos terão responsabilidades e seriedade durante o projeto, logo a participação ativa do professor na formação dos grupos pode ser necessário.

Creio que se ABP for aplicado no começo das aulas finais do E.F. a participação do professor e direcionamento deve ser maior diminuindo conforme o nível de ensino aumenta.

Fonte: Dados da pesquisa

Existem indícios nos relatos dos participantes que a ABP poderia apresentar dificuldade, quando no primeiro contato com os conteúdos de matemática na educação básica, divergindo de Ribeiro (2005), que a aponta como uma forma de desenvolvimento dos conteúdos. Porém ressaltamos que os participantes tiveram essas atividades como suas primeiras experiências com ABP, então não podendo ser uma conclusão definitiva, se poderia ser utilizado como desenvolvimento de conceitos.

Como se trata de uma metodologia ativa, exige-se que os alunos se tornem protagonistas da atividade. Ora quando o aluno não assume essa postura, haverá dificuldade para a realização da atividade no grupo. Cabe, então refletir: quantas vezes nossos alunos são protagonistas? Quantas vezes os alunos em sala de aula não estão presentes de uma aula expositiva?

## 6 RESPOSTA DA PERGUNTA DE PESQUISA

O trabalho desenvolvido nesta pesquisa objetivou analisar quais são as potencialidades da ABP no ensino de funções, a partir da interação entre estudantes do curso de matemática. Para isso, foi elaborada uma sequência didática, que combinou a teoria da carga cognitiva e o método ABP.

O conhecimento da teoria da carga cognitiva e o método ABP abrem um novo horizonte para quem se aventurar na construção de problemas em aberto no ensino de matemática. Seguindo os fundamentos dessas teorias, elaboramos problemas que relacionavam novas aprendizagens, a partir dos conhecimentos prévios, abordando de forma mais próxima de problemas reais, diferente dos tradicionais, a fim de que os participantes constituíssem hipóteses e pudessem sugerir uma solução.

Ademais, tivemos a cautela de criar os problemas, a fim de que o tema, os conteúdos e a complexidade da pergunta fossem compatíveis com a capacidade de resolução de problemas dos participantes. Mesmo os participantes podendo apresentar resoluções diversas, essas foram sempre conduzidas para soluções possíveis, na tentativa de evitar frustrações.

Desde o primeiro encontro com o grupo de estudantes participantes da pesquisa, através da verificação do Questionário inicial, foi possível concluir que os participantes utilizariam formas aplicadas de utilizar os conteúdos de funções para apresentar maior significado para seus futuros alunos. Porém, em forma de aula expositiva, como consequência, há dificuldade em tornar os alunos protagonistas da sua própria aprendizagem, pelo fato de desconhecerem metodologias ativas.

Podemos destacar algumas dificuldades decorrentes dessa experiência como a superação do medo, apresentada pelo pesquisador, na utilização do ABP, em específico, o desafio de constituir problemas abertos, fato desconhecido pelo pesquisador, sendo um desafio a ser superado, ressaltando que não foram encontrados problemas modelos para o uso na matemática.

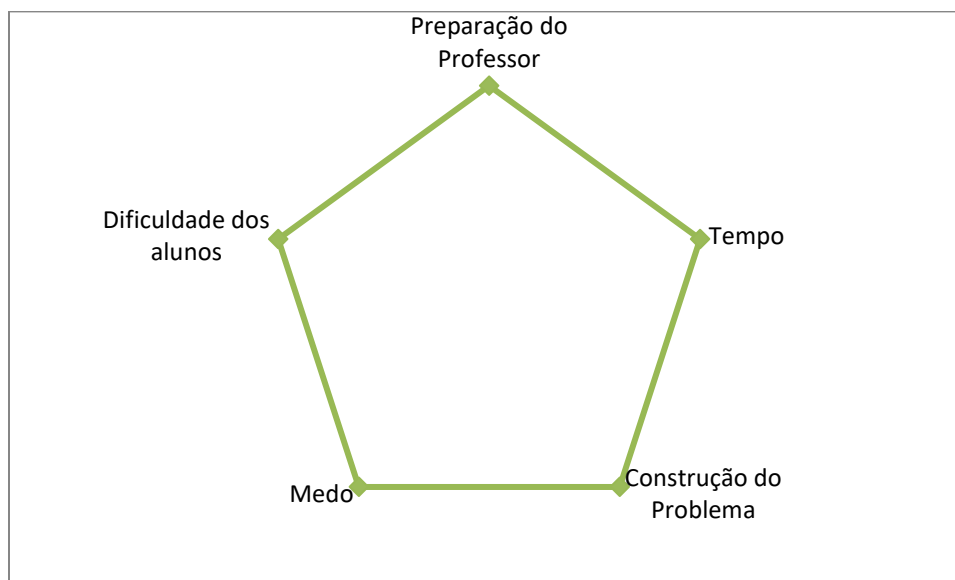
Ainda, o medo de que, mesmo os participantes tendo conhecimentos prévios para o desenvolvimento da pesquisa, a não apresentação de dados e outras informações contidas em problemas tradicionais poderiam complicar a atividade, causando a desistência dos participantes.

Outro fator importante foi a experiência em detectar e resolver problemas entre os participantes dos grupos. Isto poderia tornar a atividade inviável, entretanto houve um comprometimento dos participantes com a atividade, fazendo o grupo caminhar mais unido.

Para visualizar melhor os cinco principais fatores de dificuldades mencionados anteriormente, foi utilizado um gráfico de radar. A figura geométrica que compõe o gráfico é um polígono regular, ou seja, possui todos os lados com a mesma medida, neste caso um pentágono.

Como esses fatores não possibilitam mensurar um peso ou valor, o gráfico ilustra as principais dificuldades apresentadas, na presente pesquisa, com a utilização da ABP, como ilustramos no Gráfico 19.

Gráfico 19 - Ilustração dos fatores de dificuldade



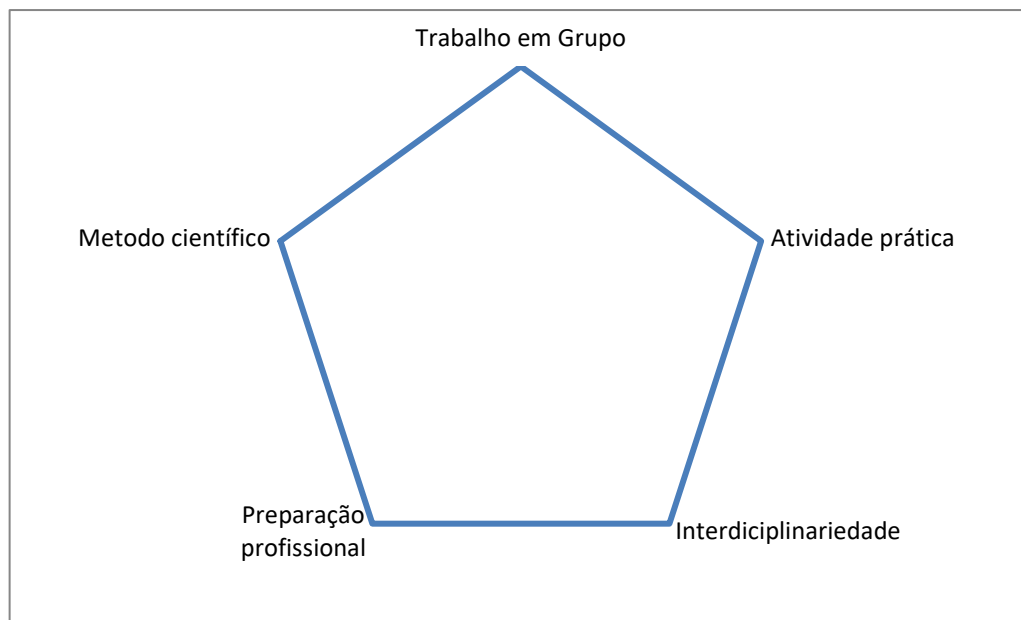
Fonte: Sistematizado pelo autor

Em contraponto, podemos destacar cinco fatores favoráveis identificados na utilização da ABP. O método científico de observação de um problema, a construção de hipóteses, a pesquisa bibliográfica, a coleta de dados e composição de resultados, estiveram presentes em todo trabalho.

Fatores também positivos do método são a interdisciplinaridade, que possibilita uma formação diferenciada, através do contato de problemas reais, cujas resoluções demandam interagir com outras disciplinas; o trabalho em equipe, que, ao dividir e organizar tarefas, tomar decisões conjuntas, favorece aprender a negociar, a interagir socialmente; e a preparação profissional, pois o método instiga os participantes a buscar novos caminhos para trilhar no seu

futuro, em sala de aula, já que ele privilegia trabalhar conteúdos de matemática de forma prática (Gráfico 20).

Gráfico 20 - Elementos favoráveis do ABP



Fonte: Sistematizado pelo autor

Com base nos gráficos 19 e 20, estimamos o cumprimento do objetivo da pesquisa. Mesmo havendo fatores desfavoráveis, é perceptível a relevância dos fatores positivos do método ABP para o ensino de funções. Apesar de o método não parecer adequado, numa primeira experiência com funções, como sugerido pelos participantes, ressaltamos que a não experiência dos participantes com o método e a necessidade de mais tempo poderiam mudar essa percepção, qual seja, a ABP pode ser usada todo tempo.





## 7 FENDAS CONCLUSIVAS

O trabalho desenvolvido nesta pesquisa teve como objetivo investigar e denotar quais são as potencialidades da ABP no ensino de funções, a partir da interação entre estudantes do curso de matemática. Para isso, foi elaborada uma sequência didática, que combinou a teoria da carga cognitiva e o método ABP.

Concluimos que cinco fatores se mostraram favoráveis no emprego da metodologia ABP, tais como o método científico de observação de um problema, a construção de hipóteses, a pesquisa bibliográfica, a coleta de dados e a composição de resultados, além de favorecer a interdisciplinaridade – o diálogo entre as disciplinas para a resolução dos problemas; o trabalho em equipe; e a preparação para o trabalho futuro.

Podemos dizer que se constituíram dificultadores o medo do pesquisador em colocar em prática o modelo ABP, em especial o desafio de elaborar problemas abertos, até porque não foram encontrados problemas modelos para o uso na matemática; o receio de que, mesmo com conhecimentos prévios, por não serem apresentados dados e outras informações, como em problemas tradicionais, as atividades desmotivassem os participantes, resultando na desistência deles; a inexperiência em detectar e resolver problemas poderia tornar a atividade inviável, entretanto não foi isso que aconteceu, pois o comprometimento dos participantes permitiu um caminhar mais unido.

Apesar de o conceito de problema aberto ou mal estruturado parecer não pertencer ao dicionário de um professor de matemática, o que se configura como uma dificuldade para relacionar a teoria com a prática, eles estão muito presentes no cotidiano. Cabe retomar aqui a dificuldade de analisar como as pessoas elaboram os seus esquemas mentais, de entender como ocorre esse processo com cada um, daí o cuidado em equilibrar as cargas cognitivas, a fim de compor uma atividade compatível com a capacidade cognitiva do outro; haja vista que cada indivíduo tem uma cognição mental distinta e única.

Ao iniciarmos os estudos, tínhamos receio de o método ABP, por trabalhar com problemas em aberto e mal estruturado, poderia ser uma barreira no ensino da matemática, visto essa disciplina sempre exigir uma solução única para os problemas apresentados.

Portanto, era preciso transpor esta problemática, e, talvez, o maior desafio tenha sido como construir os problemas. Os sugeridos na literatura, como por exemplo em Ribeiro (2005), eram muito complexos, com textos muito longos, provavelmente não adequados para os nossos participantes que nunca tinham tido experiência com essas problemáticas. Por outro lado, os

mais curtos, com poucas informações não tinham relação com os conteúdos matemáticos. A solução, então, seria adaptar, criar os nossos próprios problemas.

À medida que nos reuníamos e debatíamos os problemas, foram brotando novas ideias, como, por exemplo, a Fotografia do momento. Essa ferramenta se mostrou ideal para trabalhar a proposta da carga cognitiva, pois, como pontua Souza (2010), por meio de questionários seria viável fazer um levantamento dos dados dos quais precisávamos.

Ao iniciarmos as atividades, prevíamos que teríamos uma quantidade considerável de dados. Assim, estabelecemos que o ideal seria contar com, no máximo, 20 participantes. Entretanto com o número de sujeitos do nosso estudo, isso não ocorreu. Geralmente, quando se trabalha com o modelo ABP em uma disciplina, é comum haver monitores e a elaboração dos problemas ser feita por uma comissão de professores e alunos, tornando viável o bom andamento das atividades.

Voltando nosso olhar mais ao futuro, podemos destacar pontos que poderiam ser explorados em pesquisas futuras.

Reunir os participantes da presente pesquisa novamente, investigar como eles elaborariam outros problemas em aberto e na forma de ABP e aplicar essas atividades em uma escola local, a fim de conhecer as potencialidades da ABP em uma visão de alunos da escola básica. Refazer as atividades, compondo grupos diferentes e propor uma investigação diferente da apresentada no problema, com o propósito de explorar outras possibilidades de resolução apresentadas pelos participantes.

Além das continuações do estudo mencionadas, ficam ainda algumas perguntas: quais seriam as percepções dos alunos sobre a ABP? Como a ABP pode afetar a forma de resolução de problemas? Aqueles que já concluíram a graduação e encontram-se trabalhando na educação básica têm a mesma percepção quanto à utilização da ABP na escola? Como foram as experiências, do professor e dos alunos, daqueles que já aplicaram este método em sala de aula?

Sugerimos que esse modelo poderia ser utilizado em uma disciplina de didática, simulando situações-problema, como por exemplo, envolvendo situações de conflito de alunos em sala de aula. A partir de então questionar os participantes: como você agiria em uma situação de confronto? O que a legislação diz a respeito? Qual poderia ser a melhor atitude a ser tomada? Enfim, seria interessante que ele fosse usado em situações que podem ocorrer em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

- ARTINO, A.R. Jr. Cognitive load theory and the role of learner experience: An abbreviated review for educational practitioners. **AAE Journal**, v. 16, n. 4, p. 425-439, 2008.
- ATKIMDON, T. C.; SHIFFRIN, R. M. Human memory: a proposed system and its control processes. In, SPENCE, K. W.; SPENCE, J. T. (Eds.). **The psychology of learning and motivation: advances in research and theory**. New York: Academic Press, 1968.
- BRASIL. Ministério da Educação. Governo Federal. **Base Nacional Curricular Comum: BNCC**. Brasília, 2018.
- DICIONÁRIO INTERATIVO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. **Agência Educa Brasil**. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?di=49>> Acesso em: 20 jan. 2019.
- DUCH, B. J. **Problem: a key factor in PBL**. About Teaching, 1996. Disponível em: <<http://www1.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html>>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- \_\_\_\_\_. **What is problem-Based Learning?** About Teaching, 1995. Disponível em: <<https://www1.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html>>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- DUCHY, F; et al. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. **Learning and instruction**, v. 3, p. 450-473, 2003.
- DUFFING, M.W. Integrating problem-based learning in introductory college food of science course. **Journal of Food Science Education**, v. 2, 2003.
- FIorentini, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino de matemática no Brasil. **Revista Zetetiké**, ano 3, n. 4, 1995.
- FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed., Porto Alegre: Bookman, 2009.
- GILL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 1946.
- LEPPINK, J. Cognitive load theory: Practical implications and an important challenge. **Journal of Taibah University Medical Sciences**, v. 12, n.5, p. 385-391, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658361217300835>>. Acesso em: 11 jan. 2019.
- LIMA, D. B. de **A Aprendizagem Baseada em Problemas e a construção de habilidades como ferramenta para o ensino-aprendizagem nas Ciências da Natureza**. 2015, 116 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

MACEDO, L. N. **Análise do uso de uma sequência didática com objetos de aprendizagem digitais no desenvolvimento de conceitos algébricos**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco: Recife: UFPE, 2009.

MAIDAME, G. F. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino fundamental II: aplicabilidade, potencial e reflexões de uma adaptação sob perspectivas geocientíficas**. 245 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2018.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. ; MORALES, O. E. T. (Orgs.). **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. v. II. PG: Foca foto-PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas). Disponível em: <[http://www2.eca.usp.br/wp-content/moran/uploads/2013/12/mudando\\_moran](http://www2.eca.usp.br/wp-content/moran/uploads/2013/12/mudando_moran)>. Acesso em: 20 jan. 2019.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L. MORAN, J. (Orgs.) **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórica-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**, São Paulo: Centauro, 2010.

OLIVEIRA, A. M. M. DE; MOREIRA, M. A. Um estudo exploratório para avaliar a dificuldade de problemas em ensino de física utilizando a teoria da carga cognitiva com o auxílio de uma hiperídia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 26-61, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2116>>. Acesso em: 2 jan. 2019.

OLIVEIRA, M. D. R. **Aprendizagem baseada em problemas/projetos em ambientes online na perspectiva de educadores e educandos da Ciência dos Alimentos**, Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2013.

PERETTI, L.; COSTA, G. M. T. da. Sequência didática na matemática. **Revista de educação do IDEAU**, Getúlio Vargas, v.8, n. 17, p.1-14, jan./jun. 2013.

PICCOLI, F. **Aprendizagem baseada em problemas: uma estratégia para o ensino de Química no Ensino Médio**. 2016. 91 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Carlos, São Carlos, UFSCar, 2005.

SANTOS, C. G. B. **Explorando a aprendizagem baseada em problemas no ensino médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química**. 2010, 104 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. São Paulo: Cortez, 1984.

- SOUZA, N. P. C. **Teoria da carga cognitiva**: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem, Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.
- SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP):um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo, **HOLOS**, ano 32, v. 5.2015.
- SWELLER, J. Evolution of human cognitive architecture. **The Psychology of Learning and Motivation**, v. 43, p. 215-266, San Diego: Academic Press., 2003.
- SWELLER, J.; CHANDLER,P. Why some material is difficult to learn. **Cognition and Instruction**, v.12, n. 3, p. 185-233, 1994.
- SWELLER, J.; van MERRIËNBOER, J. J. G.Cognitive load theory and complex learning: recent developments and future directions. **Educational Psychology Review**, Nova York, v. 17, n. 2, p. 147-177, June 2005.
- TORP, L.; SAGE, S. **Problems as possibilities**: problem-based learning for K-16 education.2nd ed., 2002.
- TREMBLAY, M. L *et al.* The simulated clinical environment: cognitive and emotional impact among indergraduates. **Med teach.** n. 39, p.181-187, 2017.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 31, n.3, p. 443-466, 2005.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.



## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL

Este questionário faz parte da coleta de dados da pesquisa “**Aprendizagem Baseada em Problema na formação inicial do professor de matemática: um experimento**”. Tem como objetivo analisar o perfil dos participantes e seus conhecimentos prévios.

1. Em que cidade/UF concluiu o Ensino Fundamental?

2. Em que cidade/UF concluiu o Ensino Médio?

3. Ano de ingresso no curso:

4. Semestre de ingresso no curso:

5. Já realizou na graduação alguma disciplina que envolvesse Funções?

( ) Sim ( ) Não

5.1 Caso afirmativo, quais?

---

---

6. Descreva com suas palavras como foi seu ensino de funções na escola básica.

---

---

7. Você conhece/estudou alguma metodologia classificada como metodologia ativa?

( ) Sim ( ) Não

7.1 Caso afirmativo, quais?

---

---

8. Em sua opinião: (Se desejar pode apresentar um exemplo)

A) O que é um problema?

---

---

B) O que é um problema em aberto?

---

---

C) O que é um problema fechado?

---

---

9. Supondo que você está indo para sua sala de aula, como você explicaria para seus alunos:

A) Como você faria para trabalhar o conceito de funções?

---

---

---

B) Como introduziria o conceito de função afim?

---

---

---

C) Como introduziria o conceito de função quadrática?

---

---

---

---

---

D) Se seus alunos tivessem dificuldade em diferenciar geometricamente a função afim e função quadrática, como você esclareceria?

---

---

Se achares necessário solicite mais folhas!



## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO FINAL

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

1 – Do ponto de vista da aprendizagem, como você julgaria a ABP como facilitador de aprendizagem? Justifique sua resposta.

PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	EXCELENTE
---------	------	---------	-----	-----------

---



---

2 – Do mesmo ponto de vista, como você julgaria a ABP em relação a aplicar seus conhecimentos? Justifique sua resposta.

PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	EXCELENTE
---------	------	---------	-----	-----------

---



---

3 – Do mesmo ponto de vista, como você julgaria na ABP a atividade em grupo? Justifique.

PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	EXCELENTE
---------	------	---------	-----	-----------

---



---

4 – Ainda do mesmo ponto de vista, como você julgaria as atividades em relação aprendizado de funções? Aponte assuntos/fatos que foram esclarecidos ou reforçados durante o projeto.

PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	EXCELENTE
---------	------	---------	-----	-----------

---



---

5 – Do mesmo ponto de vista, como você julgaria as atividades em relação à interdisciplinaridade? Justifique sua resposta.

PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	EXCELENTE
---------	------	---------	-----	-----------

---



---

6 – Do ponto de vista profissional, qual a importância do projeto? Justifique sua resposta.

PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	EXCELENTE
---------	------	---------	-----	-----------

---



---

7 – Do mesmo ponto de vista, como você julgaria a ABP em relação à aplicabilidade em sala de aula? Aponte benefícios e dificuldades que você percebeu nas atividades em relação ao ABP.

PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	EXCELENTE
---------	------	---------	-----	-----------

---



---



## APÊNDICE C – TCLE

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título do estudo: **Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Funções na Formação Inicial do Professor de Matemática**

Pesquisador responsável: Dr. Ricardo Fajardo, Dr. Rodrigo da Silva Guerra e Samuel Sonogo Zimmermann

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) / Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Ensino de Física / Departamento de Matemática

Telefone: (xx) xxxxxxxxxxx (Samuel S. Zimmermann)

E-mails: ssz.profmat@gmail.com (Samuel S. Zimmermann)

Endereço. Avenida Roraima, 1000, Prédio da Reitoria, 7º andar, sala 702, 97105-970 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Eu Samuel Sonogo Zimmermann, responsável pela pesquisa “**Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Funções na Formação Inicial do Professor de Matemática**”, sob orientação do prof. Dr. Ricardo Fajardo e Prof. Dr. Rodrigo da Silva Guerra, o convidamos a participar como voluntário deste estudo.

Esta pesquisa pretende investigar e verificar o quanto atividades computacionais podem contribuir para tornar conceitos e aplicações de funções mais esclarecedoras. Serão elaboradas, por nós, atividades baseadas nas metodologias ativas com auxílio de recursos computacionais na tentativa de desenvolver atividades experimentais que sejam facilitadoras para a

interiorização/assimilação dos conceitos de função. Acreditamos na relevância desse trabalho, porque esse conteúdo não recebe o devido aprofundamento em sala de aula e tampouco a experimentação. Aos alunos são apresentadas as fórmulas “prontas” que apontam resultados de forma genérica. Essa conduta pode enfraquecer o raciocínio lógico e o entendimento da aplicabilidade ou sentido no seu cotidiano. Uma alternativa para buscar tais fundamentos pode ocorrer com a utilização de problemas baseados em metodologias ativas unidas com recursos computacionais, que tornem o aluno protagonista de sua aprendizagem e envolvido ativamente na resolução das atividades. Para a realização deste trabalho será feito o seguinte:

Alunos do curso de Matemática da UFSM serão convidados para participar de reuniões onde serão discutidas e realizadas atividades experimentais envolvendo conceitos de funções no primeiro ano do ensino médio. Os universitários responderão a um questionário com a finalidade de analisar os conhecimentos prévios, maiores dificuldades e acertos que pontuarão os assuntos semanais na UFSM, em horário preestabelecido entre os envolvidos.

Durante as reuniões, serão apresentados problemas em que os alunos trabalharão em grupos para obtenção da solução, através de experimentos e exposição oral. Será realizada, portanto, uma pesquisa de campo através de uma pesquisa-ação, pois pretendo, a partir de uma inserção no ambiente a ser estudado, construir um diário do pesquisador, a justificativa pela alteração do nome deve-se ao fato do papel de pesquisador durante a realização do projeto para verificar a validade, benefícios e contribuições das atividades envolvidas.

Pode haver riscos dos participantes sem conhecimentos prévios sentirem-se constrangidos ou angustiados em não obtenção das respostas ou da realização das atividades. No entanto, todos serão incentivados e auxiliados, se necessário, para lograr êxito nas atividades.

Espera-se que ao final das atividades e das discussões propostas, a utilização dessas atividades com o uso de metodologias ativas unidas com recursos computacionais, contribua para os participantes compreenderem os conteúdos de funções e que possam usar quando atuando como professores de Matemática aulas mais experimentais e investigativas.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, fique à vontade para entrar em contato conosco ou com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa, você terá o direito à assistência gratuita que será prestada por um dos pesquisadores para procurar minimizar eventuais dúvidas referentes a carências de conhecimentos prévios.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão ser divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens.

Eu, ..... , após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais me foi entregue.

.....

Assinatura do voluntário

.....

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Santa Maria, ..... de ..... de 2019.



## APÊNCICE D - TERMO DE CONFIDENCIALIDADE



1960  
TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UM EXPERIMENTO

Pesquisador responsável: Ricardo Fajardo, Rodrigo da Silva Guerra e Samuel Sonogo Zimmermann

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) / Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Ensino de Física

Telefone para contato: (xx) xxxxxxxxxxxx

Local da coleta de dados: UFSM / Curso de Matemática – Licenciatura

Os responsáveis pelo presente projeto se comprometem a preservar a confidencialidade dos dados dos participantes envolvidos no trabalho, que serão coletados por meio de questionários e possíveis encontros a combinar, no campus da UFSM.

Informam, ainda, que estas informações serão utilizadas, única e exclusivamente, no decorrer da execução do presente projeto e que as mesmas somente serão divulgadas de forma anônima, bem como serão mantidas no seguinte local: UFSM, Avenida Roraima, 1000, prédio 13, Departamento de Matemática, sala xxxx, 97105-970 - Santa Maria - RS. Por um período de cinco anos, sob a responsabilidade de Ricardo Fajardo. Após este período os dados serão destruídos.

Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM em 14/11/2018, com o número de registro CAAE 00725918.4.0000.5346.

Santa Maria, ..... de ..... de 2019.

.....

Assinatura do pesquisador responsável





## APÊNDICE E - ROTEIRO PARA A CONFEÇÃO DO RELATÓRIO FINAL

### 1. Introdução

→Relatar os fatos:

- Primeiras impressões (como você e o grupo pensavam sobre o problema);
- Pós-pesquisa (como você e o grupo pensaram posteriormente a pesquisa);
- Hipóteses iniciais (quais foram suas hipóteses iniciais);

### 2. Apresentação dos dados

→Tabela e gráficos

### 3. Apontamentos teóricos

→Definições

→Propriedades

→Referências

### 4. Conclusões

→Sugestão de solução

→Argumentação da solução

### 5. Autoavaliações

5.1 Cada membro do grupo, individualmente, deve formular uma autoavaliação acerca de seu desempenho na atividade, sua dedicação individual na atividade e o que poderia melhorar para as próximas atividades.

5.2 Cada membro do grupo, individualmente, deverá apresentar prós e contras da atividade, indicar o que poderia melhorar e dar sugestões.

5.3 Cada membro do grupo deve avaliar seu desempenho no grupo de forma a expressar suas contribuições para o grupo e pontuar como o grupo contribuiu para a aprendizagem e a resolução do problema.

5.4 Se fosse realizar a atividade novamente o que faria diferente?



**APÊNDICE F- FOTOGRAFIA DO MOMENTO FASE DE ANÁLISE DO PROBLEMA**

**Fotografia do Momento**

<b>Grupo: ____</b>	<b>Nº de membros: ____</b>	<b>Nomes:</b>	<b>Data: ____/____/____</b>				
Hora			1	2	3	4	5
:	1. Qual a receptividade dos alunos em relação à atividade?						
:	2. Carga Cognitiva:						
:	2.1 Quais níveis de dificuldade os alunos apresentam?						
:	2.2 Dificuldades no entendimento do problema?						
:	2.3 Quais níveis de significados o problemas apresenta para você?						
:	3. Qual o nível de motivação dos alunos na atividade?						
:	4. Qual nível de intervenção (professor) com relação ao entendimento do problema?						
:	5. Qual nível de dificuldade em apontar os conhecimentos prévios?						
:	6. Qual nível de dificuldade em identificar os fatores desconhecidos?						
:	7. Qual nível de relevância a atividade em grupo traz para a atividade?						
:	8. Qual nível de dificuldade em organização do grupo?						
:	9. Qual nível de dificuldade em tomar decisões do grupo?						
:	10. Qual nível de realismo no problema?						
:	11. O método auxiliar na resolução do problema?						
:	12. Qual grau de dificuldade você daria para esse problema?						







**APÊNDICE H – FICHA DE OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES**  
**OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES**

<b>Nº de membros:_____</b>	<b>Nomes:</b>	<b>Data:</b> _/_/___
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		





## ANEXO A - FICHA DE RELATÓRIO PARCIAL

Adaptado de Ribeiro(2005).

RELATÓRIO PARCIAL		
DEFINA O PROBLEMA:		
COM RELAÇÃO AO PROBLEMA		COM RELAÇÃO AO GRUPO
HIPÓTESES	FATOS	QUESTÕES DE APRENDIZAGEM ESTRATEGIAS DE PESQUISA
Levante possíveis causas do problema (atividade individual sem censura do grupo).	Procure, no problema, evidências para suas hipóteses (atividade com discussão).	Planeje como o grupo irá buscar os conceitos (quem, como, o que, quando). Materiais e recursos que serão necessários.
<b>Líder:</b>	<b>Redator:</b>	<b>Membro(s):</b>
	<b>Porta voz:</b>	

