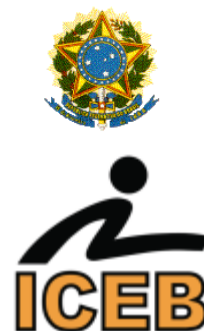




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas - ICEB
Departamento de Educação Matemática – DEEMA
Mestrado Profissional em Educação Matemática**



DISSERTAÇÃO

**POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE GEOGEBRA* PARA O
DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS
DO *SMARTPHONE***

ANDRESSA MARIA DA CRUZ

Ouro Preto, Minas Gerais

Junho, 2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas - ICEB
Departamento de Educação Matemática – DEEMA
Mestrado Profissional em Educação Matemática



**POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE GEOGEBRA* PARA O
DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS
DO *SMARTPHONE***

Mestranda: Andressa Maria da Cruz

Orientador: Prof. Dr. Milton Rosa

Ouro Preto, Minas Gerais

Junho, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
 DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE
 GEOGEBRA PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE
 FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS DO SMARTPHONE

Autora: Andressa Maria da Cruz

Orientador: Prof. Dr. Milton Rosa

Este exemplar corresponde à redação final da
 Dissertação defendida por Andressa Maria da Cruz e
 aprovada pela Comissão Examinadora. Data: 06/06/2018


 Orientador

COMISSÃO EXAMINADORA:


 Prof. Dr. Milton Rosa (orientador)


 Prof. Dr. Milton Azeiteiro (membro externo)


 Prof. Dr. Daniel Clark Gevy (membro interno)

C889p Cruz, Andressa Maria.
Potencialidades da utilização do software Geogebra para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais através do smartphone [manuscrito] / Andressa Maria Cruz. - 2018.
185f.: il.: grafqs; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Milton Rosa.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Matemática. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática.
Área de Concentração: Educação Matemática.

1. Smartphones. 2. Funções exponenciais. 3. Software . I. Rosa, Milton. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 51:004.4

*Por vezes sentimos que aquilo que fazemos
não é senão uma gota de água no mar. Mas o
mar seria menor se lhe faltasse uma gota.*

Madre Teresa de Calcutá

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a Deus! O que seria de mim
sem a fé que tenho Nele?!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado força, coragem e esperança para concluir este sonho.

A minha mãezinha Nossa Senhora de Fátima que sempre intercede por mim.

Ao Professor Doutor Milton Rosa, por não ter me deixado desistir, por ter me apoiado quando eu achei que não conseguiria, por ter ajudado e me orientado com atenção, pontualidade, zelo e por ter me cobrado ser a melhor que eu poderia ser todos os dias.

Ao Professor Doutor Dale Bean (*In Memoriam*), meu primeiro orientador, por ter me ajudado a trilhar o início do caminho, por ter sido um amigo e ter feito parte desta história.

Aos meus pais, por sempre me apoiarem, cada um do seu jeito. Pelo auxílio em todas as situações, pelo sustento que vai além do financeiro, pela paciência, pela força, pela fé que me ensinaram a ter e pelo amor sem medidas.

Aos meus irmãos Andréa, Adriana, Pedro e Shirléia, por sempre acreditarem em mim, quando nem eu mesma acreditava e, também, por me apoiarem nos momentos de dificuldade.

Ao meu namorado Ivan, que esteve ao meu lado nos momentos que considero mais críticos do Mestrado. Muito obrigada pela motivação, pela paciência, pelo carinho e por compreender minha ausência em alguns momentos!

Aos meus professores pela dedicação! Muito obrigada pela oportunidade de meu aprimoramento intelectual e pessoal.

Aos meus amigos e colegas do Mestrado, pelos dias que convivemos compartilhando experiências, risos e reclamações, em especial, Josias, Márcio, Luan e Rogério.

Ao meu amigo Felipe, que por tantas vezes escutou meus lamentos, secou minhas lágrimas, caminhou e cozinhou comigo para relaxar, rezou comigo e me manteve de pé! Muitíssimo obrigada!

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Daniel Clark Orey e ao Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Jr., por suas valiosas e inestimáveis contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos meus alunos que contribuíram para a realização deste trabalho.

À escola que me permitiu realizar esta pesquisa.

A todos e todas que, de alguma forma, fizeram parte da minha caminhada e me ajudaram a conquistar mais essa vitória em minha vida.

RESUMO

Essa pesquisa de cunho qualitativo foi conduzida com 20 alunos matriculados no primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da região norte do estado de Minas Gerais. O principal objetivo deste estudo foi identificar e analisar as potencialidades da utilização do *software GeoGebra* através de dispositivos móveis, como, por exemplo, os telefones celulares e os *smartphones*, como instrumentos mediadores do entendimento do conteúdo de funções exponenciais fundamentado na teoria do aprendizado móvel. Complementando o objetivo geral desse estudo, os objetivos específicos foram: a) investigar as contribuições da utilização do *software GeoGebra* e da realização das atividades propostas para a potencialização de seu emprego para o entendimento dos conceitos de função exponencial a partir de uma metodologia de ensino diferenciada, b) identificar e analisar as contribuições da utilização do *smartphone* como um instrumento mediador do processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de função exponencial. Assim, apoiados nesses objetivos e, também, no referencial teórico referente a Teoria da Mediação de Vygotsky e a Teoria do Aprendizagem Móvel em salas de aula delineou-se a seguinte questão de investigação: *Quais são as possíveis potencialidades da utilização do software GeoGebra através do smartphone como recursos pedagógicos para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do Primeiro ano do Ensino Médio?* Para a coleta de dados foram utilizados: dois questionários, sendo um inicial e um final, quatro blocos de atividades e o diário de campo da professora-pesquisadora. Os dados coletados, foram analisados de acordo com os pressupostos da Teoria Fundamentada nos Dados. Após essa análise, houve a codificação dos dados brutos por meio das codificações aberta e axial, que originaram os códigos preliminares e as categorias conceituais, que possibilitaram que os resultados obtidos fossem interpretados por meio da elaboração de três categorias conceituais que permitiram que a questão de investigação fosse respondida. O principal resultado desse estudo mostrou que os dispositivos móveis como os telefones celulares e os *smartphones* foram utilizados como instrumentos mediáticos entre os participantes desse estudo, a professora-pesquisadora e os conteúdos relacionados com funções exponenciais, que foram trabalhados por meio do *software GeoGebra*, que foi baixado nesses dispositivos móveis. Assim, essa mediação potencializou o desenvolvimento de habilidades matemáticas referentes à identificação de conceitos e propriedades de funções exponenciais, bem como determinar as características de seus gráficos. Como resultado da condução desse estudo, houve a elaboração de um produto educacional no formato de um caderno de sugestões

de atividades, que poderá ser utilizado em sala de aula com o emprego do *software GeoGebra* e dos telefones celulares/*smartphones* por meio da proposição de orientações metodológicas e pedagógicas para a realização das atividades matemáticas curriculares propostas em sala de aula.

Palavras-chave: Dispositivos Móveis, Funções Exponenciais, *Smartphone*, *Software GeoGebra*, Tecnologias Digitais, Teoria Fundamentada nos Dados.

ABSTRACT

This qualitative research was conducted with 20 students enrolled in the first year of a public high school in the Northern region of the state of Minas Gerais. The main objective of this study was to identify and analyze the potential of using GeoGebra software through mobile devices, such as cellular phones and smartphones as mediating instruments to the understanding of content of exponential functions based on the theory of mobile learning. Complementing the general objective of this study, the specific objectives were to: a) investigate the contributions of the use of GeoGebra software and the accomplishment of the activities proposed for the potentialization of its use to the understanding of the concepts of exponential function from a methodology of differentiated teaching, b) identify and analyze the contributions of the use of the smartphone as a mediating instruments of the process of teaching and learning exponential function content. Thus, supported by these objectives and to Vygotsky's Theory of Mediation and Mobile Learning Theory in classrooms, the following research question was outlined: What are the possible potentialities of using GeoGebra software through smartphone use as pedagogical resource for the development of content of exponential functions for students in the first year of high school? For data collection, two questionnaires were used, one of which was an initial and one final, four blocks of activities, and the field journal of the teacher-researcher. The collected data were analyzed according to the assumptions of grounded theory. After this analysis, the raw data were coded by means of the open and axial codifications, which originated the preliminary codes and conceptual categories that enabled the obtainment of the results to be interpreted through the elaboration of three conceptual categories that allowed the investigation question to be answered. The main result of this study showed that mobile devices such as cellular and smartphones can be successfully used as mediation instruments among the participants of this study, the teacher-researcher and the contents related to exponential functions, which were applied through GeoGebra software downloaded on these mobile devices. The main results of this study showed that mediation has potential for the development of mathematical abilities related to the identification of concepts and properties of exponential functions, as well as to determine the characteristics of their graphs. As a result of the conduction of this study, an educational product was developed in the form of a notebook of suggestions for activities and guidelines for classroom use with GeoGebra software and cellular/smartphones by proposing guidelines to the methodological and pedagogical

approaches to the accomplishment of the curricular mathematical activities proposed in the classrooms.

Keywords: Mobile Devices, Exponential Functions, *Smartphone*, *GeoGebra Software*, Digital Technologies, Grounded Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Relação entre a professora-pesquisadora, os conteúdos de função exponencial, os participantes, o <i>software GeoGebra</i> e os telefones celulares/ <i>smartphones</i>	26
Figura 2:	Janela inicial de visualização do <i>software GeoGebra</i>	42
Figura 3:	Etapas da Teoria Fundamentada nos Dados.....	55
Figura 4:	Instrumentos de coleta utilizados na triangulação dos dados.....	56
Figura 5:	Poema Problema.....	82
Figura 6:	Modelo simplificado adaptado da metodologia da Teoria Fundamentada.....	129
Figura 7:	Filme Avatar.....	177
Figura 8:	Tela inicial do <i>GeoGebra</i>	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Gênero dos participantes.....	50
Quadro 2:	Renda familiar dos participantes.....	51
Quadro 3:	Descrição da aplicação dos instrumentos de coleta de dados.....	63
Quadro 4:	Exemplo de codificação aberta.....	70
Quadro 5:	Exemplo de codificação axial.....	71
Quadro 6:	Você já teve contato com o conteúdo de função?	72
Quadro 7:	Frequência de acesso à Internet.....	73
Quadro 8:	Atividades realizadas com o telefone celular ou o <i>smartphone</i>	73
Quadro 9:	Utilidade do telefone celular e do <i>smartphone</i>	74
Quadro 10:	Respostas dadas pelos participantes para a questão 13 do questionário inicial.....	75
Quadro 11:	Respostas dadas pelos participantes para a questão 14 do questionário inicial.....	75
Quadro 12:	Respostas dadas para a questão 15 do questionário inicial.....	76
Quadro 13:	Códigos preliminares obtidos no processo de codificação aberta do questionário inicial.....	77
Quadro 14:	Categorias conceituais obtidas no processo de codificação axial do questionário inicial.....	80
Quadro 15:	Respostas dadas para a atividade 1 do bloco I	81
Quadro 16:	Respostas dadas para a atividade 2 desse bloco	82
Quadro 17:	Respostas dadas para o item <i>a</i> da atividade 3 do bloco I.....	83
Quadro 18:	Justificativas dadas para representar o item <i>a</i> da atividade 3 do bloco I por meio de potência.....	83
Quadro 19:	Respostas dadas para o item <i>b</i> da atividade 3 do bloco I.....	83
Quadro 20:	Respostas dadas para a atividade 5 do bloco I.....	85
Quadro 21:	Respostas dadas para a atividade 6 do bloco I.....	85
Quadro 22:	Respostas dadas para a atividade 7 do bloco I.....	85
Quadro 23:	Respostas dadas para a atividade 8 do bloco I.....	86
Quadro 24:	Alternativa marcada pelos participantes para a atividade 9 do bloco I.....	86
Quadro 25:	Respostas dadas pelos participantes para a atividade 10 do bloco I.....	87

Quadro 26:	Códigos preliminares obtidos no processo de codificação aberta do bloco I...	88
Quadro 27:	Categorias conceituais obtidas no processo de codificação axial do bloco de atividades I.....	88
Quadro 28:	Respostas dadas pelos participantes para a atividade 1 do segundo bloco de atividades.....	91
Quadro 29:	Respostas dadas para a atividade 2 do segundo bloco de atividades.....	92
Quadro 30:	Respostas dadas para a atividade 3 do segundo bloco de atividades.....	93
Quadro 31:	Respostas dadas para a atividade 4 do segundo bloco de atividades.....	95
Quadro 32:	Respostas dadas para a atividade 5 do segundo bloco de atividades.....	95
Quadro 33:	Respostas dadas para a atividade 6 do segundo bloco de atividades.....	95
Quadro 34:	Respostas dadas para a atividade 7 do segundo bloco de atividades.....	96
Quadro 35:	Respostas dadas para a atividade 8 do segundo bloco de atividades.....	96
Quadro 36:	Respostas dadas para a atividade 9 do segundo bloco de atividades.....	96
Quadro 37:	Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das atividades do segundo bloco.....	98
Quadro 38:	Categorias conceituais obtidas na codificação axial das atividades do segundo bloco.....	99
Quadro 39:	Respostas dadas para o item <i>a</i> da atividade 4 do terceiro bloco de atividades.....	101
Quadro 40:	Respostas dadas para o item <i>b</i> da questão 4 do terceiro bloco de atividades..	102
Quadro 41:	Respostas dadas para o item <i>c</i> da questão 4 do terceiro bloco de atividades..	102
Quadro 42:	Respostas dadas para o item <i>d</i> da questão 4 do terceiro bloco de atividades..	102
Quadro 43:	Respostas dadas para o item <i>e</i> da questão 4 do terceiro bloco de atividades..	103
Quadro 44:	Respostas dadas para o item <i>a</i> da questão 5 do terceiro bloco.....	103
Quadro 45:	Respostas dadas para o item <i>b</i> da questão 5 do terceiro bloco de atividades..	104
Quadro 46:	Respostas dadas para o item <i>c</i> da questão 5 do terceiro bloco de atividades..	104
Quadro 47:	Respostas dadas para a questão 6 do terceiro bloco de atividades.....	104
Quadro 48:	Respostas dadas para a questão 6 do terceiro bloco de atividades.....	105
Quadro 49:	Respostas dadas para a questão 7 do terceiro bloco de atividades.....	105
Quadro 50:	Respostas dadas para a questão 8 do terceiro bloco de atividades.....	106
Quadro 51:	Respostas dadas para a questão 9 do terceiro bloco de atividades.....	107
Quadro 52:	Respostas dadas para a questão 10 do terceiro bloco de atividades.....	108

Quadro 53:	Respostas dadas para a questão 11 do terceiro bloco.....	108
Quadro 54:	Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das atividades do terceiro bloco.....	110
Quadro 55:	Categorias conceituais obtidas na codificação axial do Bloco de Atividades III.....	111
Quadro 56:	Respostas dadas para a questão 1 do quarto bloco de atividades.....	113
Quadro 57:	Trecho do diálogo entre a professora-pesquisadora e a participante <i>F18</i>	114
Quadro 58:	Respostas dadas para a questão 2 do quarto bloco de atividade.....	116
Quadro 59:	Respostas dadas para a questão 3 do quarto bloco de atividades.....	117
Quadro 60:	Respostas dadas para a questão 4 do quarto bloco de atividades.....	118
Quadro 61:	Respostas dadas para a questão 5 do quarto bloco de atividades.....	118
Quadro 62:	Respostas dadas para a questão 6 do bloco IV.....	119
Quadro 63:	Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das atividades do quarto bloco.....	120
Quadro 64:	Categorias conceituais obtidas na codificação axial das atividades do quarto bloco.....	121
Quadro 65:	Respostas dadas para a questão 1 do questionário final.....	122
Quadro 66:	Respostas dadas para a questão 2 do questionário final.....	122
Quadro 67:	Respostas dadas para a questão 3 do questionário final.....	123
Quadro 68:	Respostas dadas para a questão 4 do questionário final.....	124
Quadro 69:	Respostas dadas para a questão 5 do questionário final.....	124
Quadro 70:	Respostas dadas para a questão 6 do questionário final.....	125
Quadro 71:	Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das respostas dadas para as questões do questionário final.....	126
Quadro 72:	Categorias conceituais obtidas na codificação axial do questionário final.....	127
Quadro 73:	Categorias conceituais obtidas por meio das codificações aberta e axial.....	129

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Idade dos participantes.....	50
Gráfico 2: Essa é a primeira vez que você cursa o primeiro ano do ensino médio?	52

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
I.1. Origem da Pesquisa.....	23
I.2. Questão de investigação.....	25
I.3. Objetivos da Pesquisa.....	27
I.4. Estrutura da dissertação.....	27
CAPÍTULO I	
1. Fundamentando Teoricamente o Estudo por meio da Revisão de Literatura.....	29
1.1. A Utilização das Tecnologias Digitais nas escolas.....	29
1.2. Aprendizagem Móvel em salas de aula.....	34
1.3. Teoria da Mediação de Vygotsky.....	37
1.4. Dispositivos Móveis como instrumentos de mediação entre o conteúdo de Função Exponencial e os alunos.....	40
1.5. O <i>Software</i> GeoGebra.....	41
1.6. Conceito de Funções Exponenciais.....	43
CAPÍTULO II	
2. Uma base metodológica baseada na teoria fundamentada nos dados.....	48
2.1. Contextualização da Escola.....	49
2.2. Participantes da Pesquisa.....	49
2.3. Design Metodológico: Teoria Fundamentada nos Dados.....	52
2.3.1 Amostragem Teórica.....	53
2.3.2. Codificação dos Dados.....	54
2.3.2.1. Codificação Aberta.....	54
2.3.2.2. Codificação Axial.....	54
2.3.3. Etapas da Teoria Fundamentada nos Dados.....	55
2.4. Triangulação de Dados.....	56
2.4.1. Confiabilidade das Codificações Obtidas nos Instrumentos de Coleta de Dados.....	57

2.5.	Coleta de Dados Qualitativos e Instrumentos.....	58
2.5.1.	Questionários.....	59
2.5.1.1.	Questionário Inicial.....	59
2.5.1.2.	Questionário Final.....	59
2.5.2.	Bloco de Atividades do Registro Documental.....	60
2.5.3.	Diário de Campo.....	60
2.6.	Procedimentos Metodológicos.....	61
2.7.	Análise e Interpretação dos Dados.....	66

CAPÍTULO III

3.	Codificações aberta e axial: apresentação e análise dos dados brutos.....	68
3.1.	Apresentando e Analisando os Dados Brutos.....	68
3.1.1	Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Questionário Inicial.....	71
3.1.2.	Codificação aberta dos Dados Coletados no Questionário Inicial.....	76
3.1.3.	Codificação axial dos Dados Coletados no Questionário Inicial.....	79
3.2.	Apresentação e Análise dos Dados Coletados no primeiro bloco de atividades: relembrando os conceitos de potenciação.....	80
3.2.1	Codificação aberta dos Dados Coletados no primeiro bloco de atividades: relembrando os conceitos de potenciação.....	87
3.2.2	Codificação axial dos Dados Coletados no primeiro bloco de atividades: relembrando os conceitos de potenciação.....	88
3.3	Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Segundo Bloco de Atividades: Entendendo Funções Exponenciais.....	88
3.3.1	Codificação Aberta dos Dados Coletados no Segundo Bloco de Atividades: Entendendo Funções Exponenciais.....	97
3.3.2	Codificação Axial dos Dados Coletados no Segundo Bloco de Atividades: Entendendo Funções Exponenciais.....	98
3.4	Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Terceiro Bloco de Atividades: Mãos à Obra: Introdução a Função Exponencial.....	99
3.4.1	Codificação Aberta dos Dados Coletados no Terceiro Bloco de Atividades: Mãos à obra: Introdução a Função Exponencial.....	109

3.4.2	Codificação Axial dos Dados Coletados no Terceiro Bloco de Atividades: Mãos à obra: Introdução a Função Exponencial.....	111
3.5	Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Quarto Bloco de Atividades: Função Exponencial Contextualizada.....	111
3.5.1	Codificação Aberta dos Dados Coletados no Quarto Bloco de Atividades: Função Exponencial Contextualizada.....	120
3.5.2	Codificação Axial dos Dados Coletados no Quarto Bloco de Atividades: Função Exponencial Contextualizada.....	121
3.6	Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Questionário Final.....	121
3.6.1	Codificação Aberta dos Dados Coletados no Questionário Final.....	125
3.6.2	Codificação Axial dos Dados Coletados no Questionário Final.....	127

CAPÍTULO IV

4.	Interpretação dos resultados da análise dos dados através das categorias conceituais.....	128
4.1.	Interpretação das Categorias Conceituais.....	130
4.1.2.	Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social.....	131
4.1.3.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilita desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos).....	135
4.1.4.	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares.....	143

CAPÍTULO V

5.	Respondendo a questão de investigação.....	147
5.1.	Questão de Investigação.....	147
5.2.	Respondendo a Questão de Investigação.....	148

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	152
----------------------------------	------------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156
--	------------

APÊNDICES

Apêndice I. Questionário Inicial.....	162
---------------------------------------	-----

Apêndice II. Termo de Assentimento.....	165
Apêndice III. Termos de Consentimento Livre e Esclarecido.....	168
Apêndice VI. Autorização dos pais ou responsáveis dos participantes para a realização da gravação dos áudios e para as imagens.....	171
Apêndice V. Questionário Final.....	172
Apêndice VI. Blocos de atividades do Registro Documental.....	174

ANEXOS

Anexo I. Termo de Autorização para Escola.....	184
Anexo II. Termo de Autorização do(a) professor(a) da disciplina.....	185

INTRODUÇÃO

EXPERIÊNCIAS DA PROFESSORA-PESQUISADORA¹: UMA TRAJETÓRIA RUMO À UTILIZAÇÃO DO *GEOGEBRA* E DOS DISPOSITIVOS MÓVEIS EM SALA DE AULA

Se chamares experiências às tuas dificuldades e recordares que cada experiência te ajuda a amadurecer, vais crescer vigoroso e feliz, não importa quão adversas pareçam às circunstâncias.

Henry Miller

A professora-pesquisadora cursou parte do Ensino Médio na Escola Estadual Professor Gastão Valle e parte no Colégio Renovar ambas em sua cidade natal, Bocaiúva, no norte do estado de Minas Gerais. Quando pequena uma de suas brincadeiras prediletas era brincar de escolinha, pois queria seguir os passos de sua mãe, que era professora.

Desde que era aluna na antiga quinta série, atualmente, denominada de sexto ano, a professora-pesquisadora dizia que queria ser professora de matemática, talvez pela facilidade que tinha em aprender os conteúdos matemáticos, ou pela afinidade com a disciplina, ou por apreciar a exatidão dos cálculos, ou ainda talvez porque quisesse ser como alguns professores de matemática com quem teve aulas e que a fizeram admirá-los muito como profissionais da educação.

Logo que concluiu o Ensino Médio, a professora-pesquisadora iniciou o curso de Licenciatura Plena em Matemática, na Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus Darcy Ribeiro, em Montes Claros, no estado de Minas Gerais. Ao mesmo tempo, começou a trabalhar em uma mobiliadora em Bocaiúva como auxiliar administrativa apesar de não ter nenhum curso técnico ou experiência nesta área.

Durante parte da sua graduação a professora-pesquisadora se manteve trabalhando nessa mobiliadora. Trabalhava o dia todo com o horário de almoço reduzido para poder sair mais cedo, pois ainda tinha que se locomover até Montes Claros, que era onde estudava. Com essa

¹A concepção de professor(a) pesquisador(a) implica no oferecimento de condições para o(a) professor(a) assumir a sua realidade escolar como um objeto de pesquisa, de reflexão e de análise, constituindo-se em um movimento contra hegemônico frente ao processo de desprofissionalização do(a) professor(a) e de instrumentalização da sua prática docente. Essa abordagem se relaciona com a atuação do profissional da educação como um investigador, ou seja, aquele(a) que assume a realidade escolar como um objeto de estudo a ser analisado e/ou investigado (NÓVOA, 1992).

carga horária de trabalho a professora-pesquisadora não podia dedicar tanto tempo quanto deveria aos estudos, o tempo que dispunha para estudar era quando chegava em casa da faculdade à meia noite e nos finais de semana. Esse foi um dos motivos que a fez pensar algumas vezes em desistir, sem contar o fato de que durante o Ensino Médio não havia sido realmente preparada para o desenvolvimento do trabalho que a aguardava na universidade.

Havia algumas matérias consideradas primordiais que a professora-pesquisadora não havia estudado no ensino médio e, com isso teve que se esforçar muito para que não esmorecesse e desistisse de seguir atrás do seu sonho de se tornar uma professora de matemática. Mas como diz o ditado: *nenhum obstáculo será grande, se a sua vontade de vencer for maior*, assim, as dificuldades somente a certificaram de que estava trilhando o caminho certo.

A professora-pesquisadora pensava que, colocando em prática os conteúdos matemáticos que aprendesse, conseguiria memorizar melhor um determinado conteúdo, então, umas das alternativas que encontrou e que a ajudou a superar as suas dificuldades foi o fato de lecionar aulas particulares de matemática para alunos do Ensino Médio e, também, para alunos que cursavam de *Cálculo Diferencial e Integral* na universidade.

No início de seu terceiro ano na graduação surgiu uma vaga para professor de matemática no *Colégio Renovar*, o mesmo colégio onde a professora-pesquisadora havia concluído o Ensino Médio e, assim, optou por adentrar em seu campo profissional e deixar o emprego anterior.

Começou a lecionar nesse colégio, em 2011, para as turmas do Ensino Médio e para o 9º ano e lecionando também em 2014 para a turma do 8º ano do Ensino Fundamental II. A professora-pesquisadora trabalhou nesse colégio por quatro anos. Contudo, tendo em vista o atual contexto escolar, esse período foi repleto de grandes desafios, mas também de muita aprendizagem.

Logo que a professora-pesquisadora se exonerou do *Colégio Renovar*, começou a lecionar no *Colégio Excelência*, na cidade de Bocaiúva, no estado de Minas Gerais, com as turmas do Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano), trabalhando nesse colégio por um ano, tendo se exonerado por que optou por cursar o *Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto* (UFOP), o que fez com que a professora-pesquisadora se mudasse para Ouro Preto em fevereiro de 2016.

Assim, enquanto cursava o primeiro ano do mestrado, a professora-pesquisadora trabalhava em Ouro Preto lecionando matemática como professora designada na *Escola*

Estadual Marília de Dirceu, na qual lecionou para três turmas do sétimo ano do Ensino Fundamental II. Durante o tempo que trabalhou em Ouro Preto só lecionava para essas três turmas, que correspondia a 15 aulas por semana e com isso dispunha de mais tempo para estudar, do que durante a graduação. Aproveitou esse período e iniciou também em março de 2016 uma especialização no Ensino a Distância (EAD) em *Metodologia do Ensino de Matemática e Física* pelo *Centro Universitário Internacional (UNINTER)* que foi concluída em agosto de 2017.

Atualmente, a professora-pesquisadora possui dois cargos na *Escola Estadual Zinha Meira*, em Bocaiúva: a) o primeiro de professora designada com duas turmas do 6º ano, uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental II e uma turma do 3º ano do Ensino Médio e b) o segundo, para o qual foi nomeada, em 24 de Junho de 2017, pelo concurso do Estado Minas Gerais; trabalhando com duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental II regular, com uma turma do 9º ano e com outra turma do 1º ano do Ensino Médio para a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Inicialmente, a professora-pesquisadora não tinha o desejo de se enveredar pelo campo da pesquisa. No entanto, no sétimo período da graduação teve aulas de Educação Matemática no Ensino Superior com o professor Edson Crisóstomo que foi quem a influenciou nessa decisão e a orientou sobre como fazer para entrar no o *Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto*.

A vontade de transformar a sua carreira, complementar o seu currículo e buscar a ser uma profissional melhor fez com que a professora-pesquisadora quisesse obter o grau de mestre e, como diz o ditado: “*todos os seus sonhos podem se tornar realidade se você tem coragem para persegui-los*”. Nesse contexto, foi com essa coragem que a professora-pesquisadora tem perseguido os seus planos educacionais para que pudesse realizar os seus sonhos.

Nesse sentido, em 2017, a professora-pesquisadora está completando o seu oitavo ano de atividade docente e, durante esse pouco tempo em que atuou e atua como professora das redes pública e particular do Ensino Básico percebeu que, ultimamente, o discurso de alguns professores, os conteúdos da maioria dos livros didáticos e a filosofia didática dos programas de formação de professores não se modificou, pois a maneira como a Matemática é apresentada nas escolas continua muito distante da realidade dos alunos. Dessa maneira, D’Ambrosio (1999) argumenta que essa característica da matemática apresentada nas escolas reforça uma concepção de conhecimento estático, pronto, acabado, descontextualizado e árido.

Assim, após observar a crescente utilização dos *smartphones* no cotidiano dos alunos e de todos aqueles que constituem o ambiente escolar, a professora-pesquisadora sentiu-se motivada em desenvolver uma pesquisa em que os telefones celulares ou *smartphone* pudessem ser utilizados de alguma forma pelos alunos para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Dessa maneira, consideram-se as observações realizadas nessa introdução sobre a proibição por lei da utilização dos dispositivos móveis como o *smartphone* no cotidiano dos alunos, que são proibidos por lei nas escolas estaduais mineiras (MINAS GERAIS, 2002).

Contudo, mesmo que esses dispositivos possam ser utilizados como recursos didáticos/pedagógicos em sala de aula, é importante que os professores repensem a sua concepção sobre o processo de ensino e aprendizagem em Matemática para que se possam conferir sentido ao trabalho docente a ser realizado em sala de aula com relação à utilização de recursos tecnológicos.

Assim, existe a necessidade de que os professores mostrem para os alunos que o alcance tecnológico por meio dos dispositivos móveis é muito mais do que apenas um instrumento de acesso às redes sociais, pois possibilita o acesso a um vasto mundo de conhecimentos diversos que podem ser utilizados a favor de sua aprendizagem. Por exemplo, os resultados do estudo conduzido por Ladeira (2015) mostram que os seus:

(...) participantes trabalharam de maneira colaborativa e interativa para a realização das atividades propostas por meio da utilização dos dispositivos móveis como parceiros intelectuais no processo de aquisição do conhecimento matemático. Esses dispositivos auxiliaram os participantes a relacionarem as atividades realizadas no cotidiano com os conteúdos matemáticos estudados em sala de aula (p. 7).

Assim, é por causa dessas inquietações que a professora-pesquisadora optou por desenvolver essa pesquisa utilizando o *software GeoGebra*² nos *smartphones* para o desenvolvimento do conteúdo funções exponenciais com uma turma do Primeiro ano do Ensino Médio.

²O *GeoGebra* pode ser considerado como um *software* da Matemática e da Geometria Dinâmica que possibilita a construção e a exploração de objetos geométricos e algébricos de maneira interativa (PELLI, 2014). Nesse contexto, a “principal característica do *GeoGebra*, segundo o seu idealizador, consiste na percepção dupla dos objetos: cada expressão na janela de álgebra corresponde a um objeto na janela de visualização gráfica e vice-versa” (OLIVEIRA, 2013, p. 19).

Além deste fator, é importante considerar também o trabalho pedagógico com as funções e as suas representações por meio de gráficos, quadros e tabelas e, também, através de suas leis de formação.

I.1. Origem da Pesquisa

O projeto que a professora-pesquisadora pretendia desenvolver inicialmente se relacionava com o estudo da integral e de suas aplicações no Ensino Superior com a utilização do *software GeoGebra*, no entanto, ao iniciar o mestrado e aprofundar as suas leituras sobre esse tópico, notou que havia muitos trabalhos de investigação realizados anteriormente nessa área de estudo.

Então, o seu saudoso orientador Prof. Dr. Dale Bean sugeriu que a professora-pesquisadora obtivesse informações teóricas sobre a Modelagem Matemática e como o tema a interessou, iniciou a sua pesquisa nesse tema utilizando a concepção de seu orientador relacionada com *premissas e pressupostos*. Assim, a professora-pesquisadora manteve-se estudando, aprofundando os seus conhecimentos e buscando desenvolver a sua pesquisa até meados de novembro de 2016, quando infelizmente o seu orientador faleceu.

Assim, a professora-pesquisadora iniciou o processo de orientação com outro orientador, abandonando integralmente o projeto anterior e, conseqüentemente, buscou novos temas que despertassem o seu interesse para o desenvolvimento de seu projeto de pesquisa.

Contudo, somente após retornar ao trabalho após o período de férias e, tendo contato direto com os seus alunos e os problemas diários enfrentados no âmbito escolar, percebeu que o tema de investigação que queria desenvolver em sua pesquisa estava relacionado com a utilização dos *smartphones* no desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais.

De fato, os dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones* estão relacionados com o dia a dia dos alunos e tornaram-se ferramentas tecnológicas importantes com muitas finalidades além da comunicação, como, por exemplo, relógio, despertador, calculadora e, também, como recursos para a realização de pesquisa. Nesse direcionamento, Traxler (2009a) argumenta que os *notebooks*, os telefones celulares, os *smartphones* e os *tablets* podem ser utilizados para auxiliar o aprendizado móvel dos alunos.

Por outro lado, em casa, a professora-pesquisadora sempre ouvia os seus pais se queixarem que os seus sobrinhos ficavam o tempo todo *mexendo* no celular/*smartphone* enquanto na escola sempre ouviu queixas de seus colegas de trabalho devido ao mau uso dos

dispositivos móveis pelos alunos durante as aulas. Por exemplo, Ladeira (2015) argumenta que os:

(...) administradores, educadores e professores expressam preocupações com relação aos efeitos negativos da utilização dos recursos tecnológicos, como, por exemplo, os dispositivos móveis em sala de aula. Esses efeitos incluem o ruído que os telefones celulares e *smartphones* podem causar ao tocar em sala de aula, à promoção do *cyber-bullying* e o acesso aos conteúdos inapropriados (p. 192).

Consequentemente, Obringer e Coffey (2007) *apud* Ladeira (2015) afirmam que a “utilização inadequada desses recursos tecnológicos pode provocar distrações indesejadas que estimulam o desenvolvimento de comportamentos desregrados nos alunos” (p. 192).

Atualmente, possuir o celular ou o *smartphone* é uma prática comum em praticamente todas as classes sociais, pois as pessoas carregam esses dispositivos móveis em todos os lugares, utilizando-os em diferentes situações e com muitas finalidades.

Nesse sentido, Borba (2011) argumenta que esses dispositivos estão presentes em todos os lugares e também nas salas de aula, pois os indivíduos utilizam essa mídia para enviar mensagens multimodais, que é uma combinação entre o texto usual, as animações, os vídeos e as fotos, via internet. Por exemplo, Costa (2013) afirma que a presença dos dispositivos móveis no cotidiano tem suscitado estudos que visam investigar a sua utilização no campo educacional.

Mesmo com a inserção dos dispositivos na educação, essas ferramentas tecnológicas são proibidas pela Lei Estadual nº 14.486, de 9 de dezembro 2002 (MINAS GERAIS, 2002), que disciplina a utilização do telefone celular em salas de aula, teatros, cinemas e igrejas. Nesse sentido, o artigo 1º dessa lei estabelece a proibição de conversas em telefones celulares e a utilização do dispositivo sonoro desses aparelhos nesses locais.

Assim, a partir dessas observações, a professora-pesquisadora buscou refletir sobre: *Como explicar essa distância entre o avanço tecnológico que os alunos usufruem em seu cotidiano com aquele que vivenciam na escola? e Porque se opor ao uso dessa ferramenta tecnológica se é possível utilizá-la em favor do aprendizado dos alunos?*

No contexto escolar, essas perguntas motivaram a professora-pesquisadora na condução e no desenvolvimento desse estudo e da problemática dessa investigação.

I.2. Questão de Investigação

A proposta deste estudo buscou o desenvolvimento de uma prática pedagógica diferenciada para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do 1º ano do Ensino Médio fundamentada na utilização do *software GeoGebra* e com base na teoria sobre a aprendizagem móvel, que está relacionada com a utilização de dispositivos móveis em sala de aula, como, por exemplo, o *smartphone*, como recursos pedagógicos que podem para auxiliar os alunos na compreensão desse componente curricular.

Nesse sentido, para que a professora-pesquisadora pudesse desenvolver uma compreensão ampla da problemática dessa investigação por meio da coleta e da análise de dados e, também, pela interpretação dos resultados obtidos nesse estudo, a seguinte questão de investigação foi proposta:

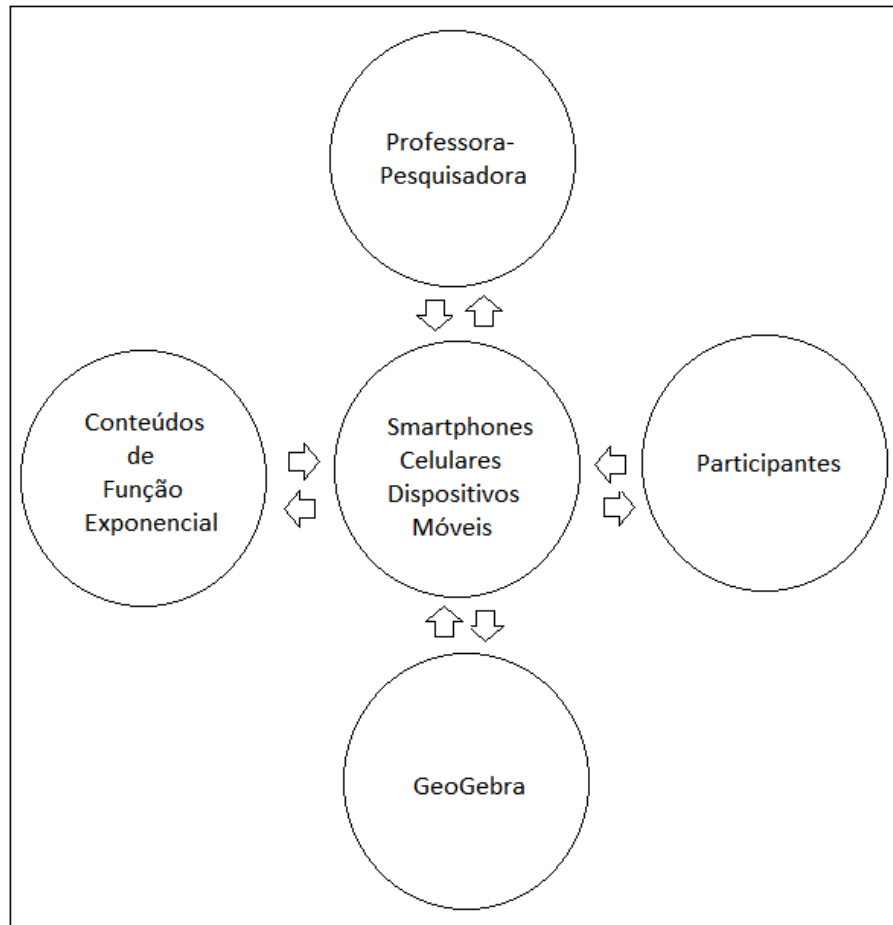
Quais são as possíveis potencialidades da utilização do software GeoGebra através do smartphone como recursos pedagógicos para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do Primeiro ano do Ensino Médio?

Dessa maneira, o caminho percorrido para a obtenção de uma resposta para essa questão de investigação se iniciou com a realização de uma pesquisa sobre dissertações e teses relacionadas com essa problemática. Houve também a realização de uma revisão de literatura inicial em livros e publicações constantes em artigos de periódicos científicos nacionais e internacionais relacionados com o tema desse estudo para auxiliar a professora-pesquisadora na coleta e na análise dos dados, bem como na interpretação dos resultados. Essa abordagem também contribuiu para a elaboração do produto educacional relacionado com os resultados obtidos nesse estudo.

Nesse sentido, a relevância desse estudo está relacionada com a proposição de uma prática docente diferenciada para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais com a utilização do *software GeoGebra*. Essa abordagem está fundamentada teoricamente no aprendizado móvel (*mobile learning*) e na *Teoria da Mediação* desenvolvida por Lev Semyonovich Vygotsky (1896-1934), sobre a utilização de dispositivos móveis, como, por exemplo, o *smartphone*, em sala de aula, como um recurso didático/pedagógico que pode viabilizar e favorecer a construção do conhecimento matemático relacionado com o conteúdo de funções exponenciais.

Por exemplo, a figura 1 mostra a relação entre a professora-pesquisadora, os conteúdos de função exponencial, os participantes desse estudo, o *software GeoGebra* e os dispositivos móveis, como, por exemplo, os telefones celulares/*smartphones*.

Figura 1: Relação entre a professora-pesquisadora, os conteúdos de função exponencial, os participantes, o *software GeoGebra* e os telefones celulares/*smartphones*



Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Assim, uma finalidade importante desse estudo estava relacionada com o repensar dos professores sobre a distância entre o avanço tecnológico presente no dia a dia dos alunos e a sua utilização em uma escola pública da região norte do estado de Minas Gerais, por meio do entrelaçamento do currículo escolar com a utilização de tecnologias digitais em salas de aula, principalmente, os dispositivos móveis, como, por exemplo, o *smartphone*.

I.3. Objetivos da Pesquisa

A partir das leituras realizadas pela professora-pesquisadora e de suas experiências com a prática docente, o principal objetivo a ser alcançado com a realização dessa pesquisa foi:

- Identificar e analisar as potencialidades da utilização do *GeoGebra* por meio do *smartphone* no desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do Primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da região norte do estado de Minas Gerais.

De acordo com o objetivo geral dessa pesquisa, os seus objetivos específicos foram:

- Investigar as contribuições da utilização do *software GeoGebra* e da realização das atividades propostas para a potencialização de seu emprego para o entendimento dos conceitos de função exponencial a partir de uma metodologia de ensino diferenciada.
- Identificar e analisar as contribuições da utilização do *smartphone* como um instrumento mediador do processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de função exponencial.

Esses objetivos auxiliaram a professora-pesquisadora na determinação de uma resposta para a questão de investigação desse estudo.

I.4. Estrutura da Dissertação

Finalizando a parte introdutória dessa pesquisa, o restante desse documento está estruturado em:

O primeiro capítulo apresenta um estudo da revisão de literatura referente aos principais tópicos teóricos relacionados com essa pesquisa, bem como foi realizada uma análise aprofundada das principais teorias que fundamentam esse estudo como a *Teoria do Aprendizado Móvel* e a *Teoria da Mediação* de Vygotsky.

O segundo capítulo apresenta a Teoria Fundamentada nos Dados (*Grounded Theory*), que foi o *design* metodológico utilizado na realização dessa pesquisa. Esse capítulo descreve a utilização dos instrumentos de coleta, que foram elaborados para o desenvolvimento da análise dos dados obtidos nesse processo analítico.

O terceiro capítulo apresenta os resultados da análise dos dados qualitativos que foram coletados por meio da aplicação dos questionários inicial e final, do diário de campo da

professora-pesquisadora e dos blocos de atividades do registro documental. Esses dados foram analisados no decorrer dessa pesquisa de acordo com os referenciais teórico e metodológico propostos para esse estudo.

O quarto capítulo apresenta a interpretação dos resultados de acordo os pressupostos da *Teoria Fundamentada nos Dados*, cujo principal objetivo estava relacionado com a determinação de uma resposta para a problemática desse estudo por meio das codificações aberta e axial, que possibilitaram a interpretação dos resultados desse estudo com a elaboração da descrição das categorias que foram desenvolvidas durante o processo interpretativo dessa pesquisa.

O quinto capítulo apresenta a resposta para a questão de investigação desse estudo, cuja problemática está relacionada com a utilização do software *GeoGebra* por meio do *smartphone* como recursos pedagógicos para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais.

Continuando com essa organização estrutural, as Considerações Finais foram elaboradas de acordo com os resultados provenientes do desenvolvimento desse estudo em todas as fases de sua condução pela professora-pesquisadora. Ressalta-se que as referências bibliográficas, os apêndices e os anexos também são parte integrante da estrutura dessa dissertação.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTANDO TEORICAMENTE O ESTUDO POR MEIO DA REVISÃO DE LITERATURA

O principal objetivo desse capítulo é proporcionar uma revisão de literatura para fundamentar teoricamente a temática desse estudo. Com essa revisão pretende-se apresentar as principais fundamentações teóricas que estão sendo discutidas nas pesquisas relacionadas com as Tecnologias Digitais, o Aprendizado Móvel, a Teoria da Mediação, o *software GeoGebra* e as Funções Exponenciais.

Assim, o foco dessa revisão de literatura está embasado nos seguintes tópicos:

- 1) Utilização das tecnologias digitais nas escolas;
- 2) Aprendizagem móvel em salas de aula;
- 3) Teoria da mediação de Vygotsky;
- 4) Dispositivos móveis como instrumentos de mediação entre o conteúdo de função exponencial e os alunos;
- 5) *Software GeoGebra*.
- 6) Conceituando funções exponenciais;

Em seguida, apresenta-se a fundamentação teórica para cada um desses tópicos que estão relacionados com a revisão de literatura associada com a problemática desse estudo.

1.1. Utilização das tecnologias digitais nas escolas

De acordo com Kampff, Machado e Cavedini (2004), tendo em vista a era digital vivida atualmente “não é mais possível ignorar as alterações que as tecnologias da informação e comunicação (TIC) provocam na forma como as pessoas veem e apreendem o mundo” (p. 1). Nesse direcionamento, também não há como subestimar o potencial pedagógico dessas tecnologias quando utilizados na educação de maneira a auxiliar o desenvolvimento curricular por meio da integração dos recursos tecnológicos à educação (TRAXLER, 2009a) no processo de ensino e aprendizagem em matemática.

Nesse sentido, Ladeira (2015) argumenta que é importante que a educação não se mantenha alheia ao desenvolvimento digital que vem ocorrendo no cotidiano de alunos e professores, pois deve buscar um currículo que considere o desenvolvimento tecnológico atual conectando-o aos conhecimentos técnico-pedagógicos de maneira interdisciplinar. Assim, o

principal objetivo dessa abordagem é instigar os alunos a construir os seus próprios caminhos e auxiliar os professores a atuarem como mediadores da construção do conhecimento matemático.

Por conseguinte, existe a necessidade de que os alunos tenham a seu alcance uma variedade de recursos tecnológicos para utilizá-los em seu cotidiano escolar. Contudo, é importante que os alunos saibam como utilizar esses recursos a favor de seu aprendizado. Por exemplo, para Kampff et al. (2004), é necessário auxiliar os alunos a compreenderem a utilização desses recursos e a mudarem o seu pensamento para que possam buscar o desenvolvimento de atividades que os possibilitem entender, refletir e criar os próprios significados matemáticos.

No entanto, em uma entrevista concedida para: *Revista Novas Tecnologias na Escola* em maio de 2014, a pesquisadora Nuria Pons Vilardell Camas, da *Universidade Federal do Paraná*, observa que a “tecnologia é parte, não é o todo” (p. 7). Nesse contexto, um dos maiores desafios educacionais é integrar as tecnologias à educação matemática, pois é esperado que os professores tenham conhecimento dos recursos tecnológicos para melhor auxiliar e orientar os alunos no processo de ensino e aprendizagem (LADEIRA, 2015).

Contudo, é importante ressaltar que no final da década de 1990, Valente (1999) se preocupava em analisar e contextualizar a importância da informática na educação brasileira, pois abordava as mudanças ocorridas no sistema educacional com relação às tecnologias, tratando dos impactos que o seu desenvolvimento estava proporcionando na sociedade e na educação por meio dos diferentes tipos de *softwares* e recursos tecnológicos utilizados na formação de professores.

Nesse sentido, Borba e Penteadó (2005) também apresentaram exemplos da utilização da informática em salas de aula com alunos e professores, para, então, debaterem desde os temas relacionados com as políticas governamentais para o desenvolvimento da informática educativa até as questões epistemológicas e pedagógicas relacionadas com o emprego de computadores e calculadoras gráficas na Educação Matemática.

É importante enfatizar que Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) caracterizam quatro fases da evolução das Tecnologias Digitais (TD) na Educação Matemática. A primeira fase identifica-se pela utilização do *software* LOGO, a segunda identifica-se pela utilização de *softwares* de geometria dinâmica e sistemas de computação algébrica, a terceira identifica-se pela utilização da internet em cursos a distância enquanto a quarta identifica-se pela utilização da internet rápida que dissemina a publicação de materiais digitais na rede.

Com relação às discussões conduzidas por Borba e Lacerda (2015) sobre essa temática, pode-se concluir que o:

(...) desenvolvimento das TD e sua utilização em práticas educativas, sempre acompanharam as iniciativas e mudanças nas políticas públicas. Isso porque, as políticas públicas geralmente fazem parte do cenário de pesquisas educacionais, ou exercem influência sobre elas, fomentando discussões a respeito de suas concepções e implementação (BORBA; LACERDA, 2015, p.2).

De acordo com essa asserção, desde a década de 1990, houve a inserção das tecnologias digitais nas escolas, a utilização de telefones celulares/*smartphone*, computadores e internet e a viabilidade dos laboratórios de informática utilizados em projetos, como, por exemplo, *Educação com Computadores* (EDUCOM), *Programa Nacional de Tecnologia Educacional* (ProInfo), *Programa Nacional de Informática Educativa* (PRONINFE), *Um Computador por Aluno* (UCA) e *Acessa Escola* (BORBA; LACERDA, 2015, p.1).

No entanto, apesar de Borba e Lacerda (2015) não terem realizado uma análise global dos resultados desses projetos, esses pesquisadores elaboraram um balanço que os “permite levantar questões relacionadas às limitações de tais políticas públicas” (p. 497) como, por exemplo, a descontinuidade dos programas em virtude das mudanças de governo que implica na diminuição ou no corte total de verbas para o desenvolvimento desses projetos.

Nesse direcionamento, é necessário destacar que ao se considerar todas as políticas públicas de inserção das tecnologias nas escolas brasileiras, era esperado que o:

(...) estado mais rico da nação [São Paulo] tivesse laboratórios em melhor estado, com uso contínuo e que os professores tivessem sido formados de modo a incorporar essa prática em suas aulas. No entanto, não é essa a realidade, pois apesar de diversas pesquisas na área de Educação Matemática mostrarem as potencialidades da utilização das tecnologias no desenvolvimento do conhecimento matemático dos alunos, como as pesquisas realizadas pelo GPIMEM (BORBA; CHIARI, 2013) a prática de uso contínuo das TD nas aulas de Matemática não ocorre com frequência, e nem formação inicial e continuada é desenvolvida com uso intenso de TD. (BORBA; LACERDA, 2015, p. 9).

Tendo em vista a crescente tendência da utilização das tecnologias digitais na Educação Matemática e por entenderem que a utilização da internet de banda larga pode auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, Borba e Lacerda (2015) propõem o *Projeto Um Celular*

por Aluno, com o intuito de integrar os *smartphones*³ ou os *telefones celulares inteligentes*⁴ com a internet nas salas de aula, pois no entendimento desses pesquisadores o acesso às tecnologias digitais é tão importante quanto os demais materiais escolares, como, por exemplo, o lápis e o caderno.

A respeito da importância das novas tecnologias na educação e dos principais benefícios que esses recursos podem trazer para o processo de ensino e aprendizagem, Camas (2014) enfatiza que:

Este é o mundo atual e ele é praticamente digital. Portanto, usar tecnologias em sala de aula, na escola, em casa e nas ruas faz parte do dia a dia. Lógico que não se pode esquecer que ainda se luta para tirar crianças e jovens da condição de isolados e também é necessário voltar os olhares e esforços para o ensino e a aprendizagem, de forma a incluí-los digitalmente. A aprendizagem é um dos fins. O que deveria importar na condição escolar é a educação, vista na amplitude dos possíveis caminhos que os estudantes percorrem e percorrerão enquanto cidadãos que se educam. É neste sentido que as tecnologias fazem parte, independentemente de serem novas ou velhas, como o livro, o quadro negro, o giz, ou o celular. É necessário oferecer condições para promoção da educação de nosso tempo, que deve estar integrada ao local em que estivermos (CAMAS, 2014, p. 7).

Assim, as tecnologias aplicadas na educação, principalmente, dentro da sala de aula, nem sempre foram bem aceitas, mas a cultura digital que, nesse momento, pode ser considerada como a realidade dos alunos e professores, deve ser considerada. Com a disseminação dos celulares inteligentes e da internet, escolas, governos e demais instituições se mobilizam para potencializar a utilização dessa tecnologia na melhoria do processo de ensino e aprendizagem (AppPROVA, 2017).

Dessa maneira, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura publicou, em 2013, as Diretrizes de Políticas da UNESCO (UNESCO, 2014) para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem móvel com o objetivo de estimular a

³Em 7 de janeiro de 2007, o *Chief Executive Officer* da *Apple*, Steve Jobs, anunciou o lançamento de três novos produtos: um *iPod widescreen* com controles por toque, um telefone celular e um comunicador de Internet. Posteriormente, esses três produtos foram incorporados em um único dispositivo móvel denominado *iPhone*. Essa foi a primeira incursão da *Apple* no setor de *smartphones*, que se iniciava, marcando o início de uma mudança radical na indústria de eletrônicos de consumo. O *iPhone* tinha vários recursos que melhoraram e aprimoraram outros *smartphones* que estavam disponíveis no mercado, incluindo a eliminação de teclados para que houvesse mais espaço na tela, possibilitando, assim, a utilização da tecnologia multitoque, que tornaram mais flexíveis os novos comandos dos usuários que eram realizados por meio de gestos e interfaces. Desse modo, daquele momento em diante, os *smartphones* alcançaram, internacionalmente, uma posição dominante no setor de eletrônicos de consumo (BRACHMANN, 2017).

⁴Os *smartphones* ou os *telefones celulares inteligentes* expandem as funções dos telefones celulares, pois oferecem ligações telefônicas, o acesso continuamente à internet, os e-mails instantâneos e as redes sociais em um único dispositivo móvel. Esses celulares possuem um minicomputador portátil com aplicativos pré-carregados, bem como um sistema operacional que pode executar os programas baixados (CORBEIL; VALDES-CORBEIL, 2007 *apud* LADEIRA, 2015).

sua utilização nas salas de aula, pois esta é uma possibilidade de aprendizagem que ocorre em qualquer hora e lugar.

Por conseguinte, a aprendizagem móvel possibilita a criação de um canal entre a educação formal e informal. Sobre esse assunto, é importante esclarecer que a:

(...) educação formal é ainda dominada pelo material escrito e impresso, enquanto a educação não-formal tem papel dominante, ajudando os indivíduos a se comunicar no mundo em que vivem, pelos meios de comunicação, gerando destreza e observando informações processadas. Esse é, provavelmente, o maior desafio para os educadores de ciência, tanto em países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento (D'AMBROSIO, 2002, p. 33).

De acordo com essa asserção, Kampff et al. (2004) discutem as questões relacionadas à construção do conhecimento matemático mediante a utilização das novas tecnologias no cotidiano escolar. Esses investigadores também destacam a utilização das Tecnologias Digitais (TD) como instrumentos facilitadores da aprendizagem e da construção do conhecimento matemático desde que utilizado de maneira coerente com a proposta pedagógica adotada nas escolas. Nesse sentido, é importante ressaltar que o:

(...) papel dos recursos utilizados é de dar suporte aos objetos matemáticos e as ações mentais dos alunos, favorecendo os processos inerentes à construção do conhecimento matemático e ao desenvolvimento de estruturas cognitivas, fundamentais na aprendizagem da Matemática (KAMPFF, MACHADO; CAVEDINI, 2004, p. 3).

Então, é importante considerar a utilização das novas tecnologias presentes no cotidiano escolar, as potencialidades dos dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones* e, também, a sua utilização como instrumentos mediadores do processo de ensino e aprendizagem em matemática (LADEIRA, 2015).

Então, além do interesse e da melhor participação dos alunos, é importante que esses dispositivos também possam “construir, explorar, reconstruir – interagir para compreender, para criar novos significados a partir das situações que se apresentam. Desenvolver no aluno a observação, o questionamento e a criatividade” (KAMPFF et al., 2004, p. 10).

Por conseguinte, Way e Beardon (2003) argumentam que as tecnologias digitais podem ser percebidas como catalisadores para uma mudança de paradigma educacional. Similarmente, como os materiais impressos e os livros se tornaram acessíveis, a educação experimentou uma mudança gradual da noção de que o seu sucesso depende da capacidade de os alunos memorizarem e, com precisão, se recordem de grandes quantidades de informações.

Desse modo, Freire (1996) argumenta que em lugar de se comunicar com os seus alunos, os professores realizam comunicados e depósitos que são recebidos, memorizados e repetidos.

Nessa concepção de *educação bancária*, a única possibilidade de ação que se oferece para os alunos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los.

Contudo, nas últimas duas décadas, com a emergência das tecnologias digitais, a pressão aumentou rapidamente para que houvesse mudanças na ação pedagógica do processo de ensino e aprendizagem em matemática.

Nesse sentido, Way e Beardon (2003) argumentam que a ênfase dessa abordagem é desenvolver nos alunos um conjunto de habilidades de pesquisa que inclui a capacidade de identificar e processar novas informações com a utilização das tecnologias digitais.

Desse modo, para esses autores há uma percepção dos professores sobre a importância dessas tecnologias para uma mudança fundamental em sua prática docente.

1.2. Aprendizagem móvel em salas de aula

A rapidez com que a utilização das TIC se expande pela sociedade; a ênfase cada vez maior na utilização dos telefones celulares inteligentes (*smartphones*), o poder dessas TIC como recursos tecnológicos e didáticos e o fato de os estudantes crescerem e se desenvolverem em uma era tecnológica; evidenciam a necessidade de os professores, não só de matemática como também os das demais disciplinas, reverem as suas práticas de ensino (RIBAS, 2012).

De acordo com esse contexto, Borba e Penteado (2005) argumentam que a exploração de conteúdos matemáticos realizada com a utilização de recursos tecnológicos pode auxiliar os alunos na identificação de temas direcionados para a construção de seu conhecimento matemático e, também, para o enriquecimento da prática pedagógica dos professores.

Similarmente, Ladeira (2015) argumenta que os dispositivos móveis podem auxiliar os alunos a relacionarem as atividades realizadas no cotidiano com os conteúdos matemáticos estudados em sala de aula.

Nesse direcionamento, a aproximação do cotidiano dos alunos com a realidade escolar pode ser realizada por meio da utilização de dispositivos móveis, como, por exemplo, os telefones celulares/*smartphones*, que podem ser considerados como recursos didáticos e pedagógicos no processo de ensino e aprendizagem em matemática.

Nesse sentido, é importante que:

(...) todas as mediações de ensino precisam e necessitam de recursos tecnológicos, de instrumentos técnicos ou de tecnologias que, estimulem e ampliem o alcance dos nossos sentidos e de nossas ações, abastecendo nossa mente, fornecendo-lhe os elementos básicos para que se exerça então esta maravilhosa experiência do conhecimento que nos faz, ao mesmo tempo,

possuidores de bens simbólicos já disponíveis em nossa cultura e sujeitos aptos a construir outros tantos (BERBEL, 1999, p. 8).

Os primeiros telefones celulares criados eram muito simples, funcionava por meio de sinal analógico e o seu sistema de identificação possibilitava a clonagem. Para resolver esse problema, foram criados sistemas mais sofisticados que possibilitaram o acesso móvel à web (RIBAS, 2012).

Por exemplo, Morimoto (2009) afirma que, nesse processo de evolução, os “celulares passaram a incorporar as funções de mais dispositivos, tornando-se progressivamente mais importantes” (p. 13). Esses dispositivos, juntamente, com as redes continuaram evoluindo até se tornarem os *smartphones*, que na tradução literal quer dizer celulares inteligentes (RIBAS, 2012).

Por exemplo, de acordo com Ladeira (2015), a utilização dos dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones* para a realização de pesquisas na internet e para o entendimento de fenômenos que ocorrem no cotidiano dos alunos pode ser considerada como um recurso tecnológico que:

(...) permite contextualizar os conhecimentos de todas as áreas e disciplinas no mundo do trabalho. No Ensino Médio, a presença da tecnologia responde a objetivos mais ambiciosos. Estas e muitas outras facetas do múltiplo fenômeno que é a tecnologia no mundo contemporâneo constituem campos de aplicação, portanto, de conhecimento e uso de produtos tecnológicos ainda inexplorados pelos planos curriculares e projetos pedagógicos (BRASIL, 2000, p. 95).

Contudo, Ladeira (2015) argumenta que é somente pela ação dos professores que essa transformação poderá ocorrer. Porém, Ribas (2012) afirma que é importante ressaltar que muitos desses profissionais ainda não têm domínio das TIC e, em muitos casos, apresentam resistência com relação à utilização desses recursos tecnológicos no cotidiano das salas de aula em seu dia a dia, originando as dificuldades na aplicação dessas práticas docentes inovadoras no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, Borba e Lacerda (2015) ressaltam que:

Se não queremos o celular nas salas de aula devido a condutas inadequadas dos nossos alunos, precisamos então educá-los de forma a integrar essa tecnologia móvel à cultura escolar e ao material didático dos alunos. O celular já faz parte da realidade de muitos dos alunos das escolas brasileiras (BORBA, LACERDA, 2015, p. 12)

De acordo com essa asserção, existe a necessidade de que os professores implementem a utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem mediante uma:

(...) abordagem inovadora de aprendizagem baseado na construção do conhecimento e não na memorização da informação, implica em mudanças na escola que poderão ser realizadas se houver o envolvimento de toda a comunidade escolar, alunos, professores, supervisores, diretores e pais (VALENTE, 1998, p. 26).

Desse modo, uma abordagem tecnológica inovadora está relacionada com o aprendizado móvel (*mobile learning*) que, em concordância com Kamenetz (2010) *apud* Ladeira (2015), utiliza diferentes mídias no processo de ensino e aprendizagem, podendo:

(...) ser considerado como um padrão emergente de ensino que possui relação com um modelo flexível de aprendizagem; com o padrão didático-pedagógico apoiado em dispositivos tecnológicos sem fios e com as diretrizes educacionais direcionadas essencialmente para o ensino e aprendizagem centrada nos alunos (p. 38).

Esse tipo de aprendizado “oferece formas modernas que ajudam no processo de aprendizagem por meio de aparelhos móveis, como *notebooks*, *tablets*, *MP3 players*, *smartphones* e telefones celulares” (UNESCO, 2017, n.p.). Nesse sentido, Ladeira (2015) afirma que a crescente utilização desses dispositivos está impulsionando a realização de pesquisas na área educacional.

Nesse direcionamento, os “telefones celulares e os *smartphones* utilizados com os recursos da Internet apresentam um potencial educacional para a investigação de conteúdos curriculares e para o acesso rápido às informações escolares” (GREENHOW, ROBELIA e HUGHES, 2009 *apud* LADEIRA, 2015, p. 170). Similarmente, a Representação da UNESCO no Brasil também ressalta que as:

(...) tecnologias móveis apresentam um caminho claro para melhorar a eficiência educacional. A aprendizagem móvel apresenta atributos exclusivos, se comparada à aprendizagem tecnológica convencional: ela é pessoal, portátil, colaborativa, interativa, contextual e situada; ela enfatiza a “aprendizagem instantânea”, já que a instrução pode ocorrer em qualquer lugar e a qualquer momento. Além disso, ela pode servir de apoio às aprendizagens formal e informal, tendo assim um enorme potencial para transformar a forma de se oferecer educação e treinamento (UNESCO, 2017, n.p.).

Dessa maneira, existe a necessidade da utilização das tecnologias como um recurso didático-pedagógico para o processo de ensino e aprendizagem em Matemática, pois a:

(...) denominada ‘revolução informática’ promove mudanças radicais na área do conhecimento, que passa a ocupar um lugar central nos processos de desenvolvimento, em geral. É possível afirmar que, nas próximas décadas, a educação vá se transformar mais rapidamente do que em muitas outras, em função de uma nova compreensão teórica sobre o papel da escola, estimulada pela incorporação das novas tecnologias (BRASIL, 2000, p. 5).

Similarmente, em uma perspectiva didático-pedagógica, Ladeira (2015) afirma que o aprendizado móvel indica a possibilidade de um ambiente educacional renovado que busca atender as necessidades dos alunos visando possibilitar o seu aprendizado de maneira atraente, flexível e interativa.

1.3. Teoria da Mediação de Vygotsky⁵

O desenvolvimento cognitivo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural, pois se desenvolve a partir da ação de sujeitos ativos e interativos porque esses indivíduos se constituem a partir de relações intra e interpessoais (VYGOTSKY, 1987). Um dos pilares da Teoria da Mediação é que os *processos psicológicos superiores*⁶ dos indivíduos têm origem em processos sociais, pois o seu desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao meio social (VYGOTSKY, 1987 *apud* LADEIRA, 2015).

Nesse contexto, os pesquisadores e teóricos têm buscado estratégias alternativas para o desenvolvimento do processo de ensino e a aprendizagem dos alunos. Por exemplo, uma dessas estratégias está relacionada com a *mediação* que pode ser entendida como uma variável envolvida na construção do conhecimento matemático dos alunos (PELLI, 2014).

De acordo com Vygotsky (1987), esse processo de mediação é desencadeado por meio da interação entre os instrumentos, os sujeitos e os objetos. Então, nesse processo, a ação dos sujeitos sobre os objetos é mediada por um determinado instrumento ou elemento (LADEIRA, 2015).

De maneira semelhante, Berni (2006) afirma que a mediação é o “processo que caracteriza a relação do homem com o mundo e com outros homens” (p. 7), pois é por meio da mediação que ocorre a internalização de atividades e comportamentos sociais, históricos e culturais, que são típicos do domínio humano.

Na mediação está inserida a utilização de *instrumentos* e *signos*. Então, nesse contexto, Ladeira (2015) esclarece que os:

⁵Lev Semionovich Vygotsky nasceu em Orsha, uma pequena povoação da Bielorrússia, em 17 de novembro de 1896 e faleceu, em Moscou, em 11 de junho de 1934. Vygotsky foi um pesquisador contemporâneo de Piaget, que preocupava-se em entender a influência da linguagem e da comunicação no desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. Esse psicólogo considerava de extrema importância o aprendizado para o qual os indivíduos pudessem compreender e analisar o contexto histórico no qual estavam inseridos.

⁶Os processos psicológicos superiores “obedecem a uma auto-regulação, pois são mais complexas genética e funcionalmente. Essas funções ocorrem por meio de processos voluntários e ações conscientes a partir de uma auto-estimulação criada por uma nova situação enfrentada pelos indivíduos, direcionando-os para o desenvolvimento de sua intelectualização por meio da aprendizagem” (PELLI, 2014, p. 49).

(...) instrumentos são elementos mediadores que tem como objetivo agir entre os sujeitos e os objetos a serem trabalhados, estudados, pesquisados ou investigados. A função principal desses instrumentos é ampliação das possibilidades de transformação da natureza, pois são utilizados para que os indivíduos possam alcançar um determinado objetivo (LADEIRA, 2015 p. 48).

Para Ladeira (2015), os signos podem ser considerados como construtos que:

(...) podem ser definidos como elementos que representam os objetos, os eventos ou as situações, sendo também denominados de mediadores psicológicos. A função desses elementos é regular, ativar e controlar as atividades psicológicas dos indivíduos. Os signos estão relacionados com a memória, pois podem representar os objetos ou expressar e descrever os fatos (p. 48).

Existem três tipos de signos: a) os indicadores que tem uma relação de causa e efeito com aquilo que significam, b) os icônicos que são imagens ou desenhos daquilo que significam e c) os simbólicos que tem uma relação abstrata com o que significam (LADEIRA, 2015).

Esse contexto possibilita a evolução das interações que ocorrem entre: os indivíduos e a sociedade e a cultura e a história; além de possibilitar o desenvolvimento das oportunidades e as situações de aprendizagem que promovam esse avanço, considerando a influência das várias representações de signos, a utilização de diferentes instrumentos, a influência da cultura e da história, que possam propiciar o desenvolvimento dos processos *psicológicas superiores* por meio do processo de mediação (VYGOTSKY, 1987).

Portanto, o reconhecimento da importância dos instrumentos, dos signos e dos símbolos como elementos mediadores das práticas sociais, é uma ação pedagógica necessária nas instituições educacionais porque o desenvolvimento intelectual dos alunos é desencadeado por meio da interação social enquanto que a colaboração entre esses indivíduos é realizada como utilização de instrumentos mediáticos (LADEIRA, 2015).

É importante enfatizar que existem três tipos distintos de mediação:

- Consciência ou a atividade mental, que é a percepção abrangente dos objetos por meio do processamento ativo das informações.
- Cooperação social ou sociabilidade que é a atividade conjunta e coordenada entre os indivíduos.
- Instrumentos ou tecnologias, que é a mediação entre os indivíduos e o mundo relacionada com a ciência e a sociabilidade por meio de instrumentos tecnológicos (RATNER, 1995 apud LADEIRA, 2015, p. 50).

Por conseguinte, os “instrumentos, a consciência e a sociabilidade são construtos que transcendem o organismo físico para aumentar os seus poderes de atuação por meio da

experiência corporal do movimento no espaço da manipulação de objetos e das interações” (LADEIRA, 2015, p. 50).

Nesse contexto, a relação dos indivíduos com esses ambientes para a realização das atividades diárias não é direta, pois é mediada por meios de instrumentos tecnológicos. Portanto, os sistemas de signos são considerados como mediadores internos e os artefatos tecnológicos são os mediadores externos que funcionam como ferramentas auxiliares para controlar a realização dessas atividades (LADEIRA, 2015).

Assim, o conceito de mediação mostra a importância do funcionamento psicológico para a percepção do desenvolvimento humano, pois pode ser considerado como um processo sócio-histórico. Similarmente, Cruz (2005) argumenta que a:

(...) compreensão da construção do conhecimento num contexto sócio-histórico passa pelo conceito de mediação e esta, por sua vez, pode ser entendida como uma intervenção que conta com o auxílio de um elemento intermediário na relação entre o sujeito e o objeto (p.50).

Para Vygotsky (1978 *apud* LADEIRA, 2015) a interação não é direta, mas sim mediada, a qual corresponde a um estímulo incorporado ao impulso direto de modo a possibilitar a complementação das ações pedagógicas desencadeadas em sala de aula. Então, a aprendizagem mediada possibilita a aquisição de conhecimentos por meio do elo entre os alunos e o ambiente.

Portanto, as interações que ocorrem em diversos ambientes são a base que auxiliam os alunos no entendimento e na compreensão das representações desenvolvidas pelos membros de seu grupo social. Nesse processo, os professores são essenciais para estruturar o aprendizado dos conteúdos propostos em salas de aulas (LADEIRA, 2015).

Por conseguinte, o aprendizado organizado apropriadamente resulta na utilização de signos internos por meio dos quais o desenvolvimento mental é desencadeado com a utilização das representações dos objetos que são abstraídos do mundo real.

Desse modo, é importante considerar que os recursos tecnológicos, como, por exemplo, os dispositivos móveis, estão se tornando cada vez mais acessíveis à população de um modo geral, principalmente por meio dos aparelhos celulares (PELLI 2014).

Dessa maneira, existe a necessidade da inserção desses recursos nas ações humanas, pois Engeström (2001) argumenta que, quando os recursos tecnológicos são inseridos nessas ações, os sujeitos são compreendidos em seu próprio contexto por meio da produção e utilização desses recursos.

1.4. Dispositivos móveis como instrumentos de mediação entre o conteúdo de Função Exponencial e os alunos

A utilização dos recursos tecnológicos, como, por exemplo, os dispositivos móveis (*smartphones*), pode ser considerada como um fator importante para caracterizá-los como elementos de mediação no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de função exponencial.

Dessa maneira, é necessário ressaltar que com a utilização de recursos tecnológicos, a “transição para a atividade mediada – muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar” (VYGOTSKY, 1987, p. 73).

Nesse direcionamento, Ladeira (2015) argumenta que na “Teoria da Mediação, a interação dos indivíduos com o meio e com os outros possibilita o seu desenvolvimento por meio do movimento dialético de internalização (signos e sistemas de símbolos) e externalização (instrumentos)” (p. 53). Esse movimento possibilita que os indivíduos recebam interferências desse meio.

Então, considerando que, para Vygotsky (1987), o meio exerce influências no desenvolvimento dos indivíduos, é importante refletir sobre o papel da escola na sociedade contemporânea, na qual, os recursos tecnológicos, particularmente, os dispositivos móveis são presença marcante na formação de cidadãos atuantes na sociedade.

Abordados dessa maneira, a relação dos indivíduos com os recursos tecnológicos pressupõe uma interdependência e uma completude, pois o conhecimento produzido é condicionado pela utilização das tecnologias (LADEIRA, 2015).

Diante dessa asserção, para a realização de atividades matemáticas mediadas em sala de aula, é importante que esses recursos tecnológicos estejam disponíveis para que os alunos possam verificar a necessidade da utilização dos dispositivos móveis no entendimento de conteúdos matemáticos relacionados (LADEIRA, 2015), como, por exemplo, a função exponencial.

Nesse contexto, Pelli (2014) argumenta que os dispositivos móveis podem ser considerados como instrumentos de mediação entre os alunos, os professores e os conteúdos matemáticos, pois facilitam o entendimento dos conceitos matemáticos a serem aprendidos no currículo escolar. Então, para que haja um melhor entendimento do conceito de mediação, existe a necessidade de que os professores compreendam que a:

(...) conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, é mediada. E essa mediação inclui o uso de instrumentos e signos. Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma outra coisa (MOREIRA, 1999, p. 108).

Em concordância com essa perspectiva, Ladeira (2015) afirma que existe a necessidade de que as escolas ofereçam para os alunos as oportunidades de construção de conhecimentos funcionais que estão atrelados à atual conjuntura social para que possa promover a utilização dos recursos tecnológicos como instrumentos mediadores da prática docente visando promover a interação, a cooperação, a comunicação e a motivação dos alunos.

De acordo com Pelli (2014), o principal objetivo dessa abordagem é diversificar e potencializar as relações inter e intrapessoais mediante o desenvolvimento de situações mediatizadas que possam impulsionar a aprendizagem por meio da utilização dos dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem em matemática.

Por conseguinte, de acordo com Lévy (1999), as relações entre os sujeitos e, entre os sujeitos e as tecnologias podem colaborar para a estruturação do conhecimento do grupo que a utiliza, bem como para o desenvolvimento intelectual desses sujeitos.

Então, Ladeira (2015) argumenta que é imprescindível que os membros da comunidade escolar estejam atentos para o desenvolvimento das inovações tecnológicas em salas de aula para que possam romper com as fronteiras tradicionais do processo de ensino e aprendizagem em matemática.

1.5. *Software GeoGebra*

O *GeoGebra* foi criado por Markus Hohenwarter, em 2001, sendo um *software* livre de matemática e de geometria dinâmica (PELLI, 2014), que foi desenvolvido para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem em matemática nos vários níveis de ensino, desde o básico até o universitário. De acordo com Pelli (2014), esse *software* possibilita que os “alunos construam e explorem objetos geométricos e algébricos de maneira interativa” (p. 33). A figura 2 mostra a janela inicial de visualização do *software GeoGebra*, que se divide em três áreas distintas: a algébrica, a gráfica e a de cálculo.

Figura 2: Janela inicial de visualização do *software GeoGebra*



Fonte: Pelli (2014)

Em concordância com Nascimento (2012), o *software GeoGebra* como uma ferramenta psicopedagógica propicia o desenvolvimento de uma metodologia inovadora que pode auxiliar os professores de matemática no aperfeiçoamento de sua ação pedagógica em salas de aula. Por exemplo, Valente (1998) argumenta que:

(...) a solução para uma educação que prioriza a compreensão é o uso de objetos e atividades estimulantes para que o aluno possa estar envolvido com o que faz. Tais alunos e objetos devem ser ricos em oportunidades, que permitam ao aluno explorá-las e, ainda, possibilitar aberturas para o professor desafiar o aluno e, com isso, incrementar a qualidade da interação com o que está sendo feito (p. 90).

Então, como esses professores, habitualmente, utilizam, em sala de aula, elementos da tecnologia tradicional, como, por exemplo; o quadro negro, o giz o papel e as aulas expositivas, a utilização do *GeoGebra* pode se tornar um estímulo para a melhoria de sua prática docente. Nesse sentido, os professores podem desenvolver uma metodologia de ensino inovadora e um ambiente de aprendizagem de caráter laboratorial com a utilização desse *software* (Nascimento, 2012).

Por conseguinte, Pelli (2014) argumenta que o *software GeoGebra* vem se destacando como um recurso tecnológico para ser utilizado pelos professores de Matemática que desejam empregar esse tipo de tecnologia na prática pedagógica desenvolvida em salas de aula. A interface do *GeoGebra* dispõe de uma janela algébrica e outra geométrica que reúne recursos de geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos.

O *GeoGebra* também possui todas as ferramentas tradicionais de um *software* de geometria dinâmica, como, por exemplo, os pontos, os segmentos, as retas e as seções, além de possibilitar que os alunos trabalhem com equações e funções, pois as coordenadas podem ser inseridas diretamente no *software* (PELLI, 2014).

Assim, o *software GeoGebra* tem a vantagem didática de apresentar, ao mesmo tempo, representações diferentes de um mesmo objeto matemático que interagem entre si (MORAIS, 2012). De maneira semelhante, Gonçalves (2012) destaca que uma:

(...) vantagem didática desse software é a de apresentar, simultaneamente, representações diferentes para um mesmo objeto, além da interação entre essas formas de representação: cada objeto criado na janela geométrica possui uma correspondência na janela algébrica. Suas ferramentas permitem a manipulação dos objetos construídos, sendo possível movê-los sem alterar suas propriedades (p.55)

Além dos aspectos didáticos e pedagógicos, o *GeoGebra* também é uma ferramenta que possibilita a criação de ilustrações profissionais que podem ser utilizadas no Microsoft Word, no Open Office ou no LaTeX. Escrito em JAVA, esse *software* está disponível em português. O *GeoGebra* é uma multiplataforma e, portanto, pode ser instalado em computadores e também em celulares *android*.

1.6. Conceituando Funções Exponenciais

É possível afirmar que as funções exponenciais são utilizadas em nosso dia a dia e em diversas profissões onde o conhecimento matemático pode ser encontrado, como, por exemplo, na engenharia, na química, na astronomia, na física e na economia.

Assim, Oliveira, Rosa e Hein (2000), argumentam que a noção intuitiva desse tipo de função está presente nos “fenômenos que ocorrem frequentemente na natureza, tais como a decomposição de materiais radiativos, o resfriamento os corpos e o crescimento populacional podem ser modelados matematicamente com a utilização de funções exponenciais” (p. 31).

Por conseguinte, para Oliveira, Rosa e Hein (2000), o cálculo de índices de crescimento da produtividade de empresas, taxas de juros e outros resultados são algumas aplicações das funções exponenciais que “ocorrem em algumas situações de nosso cotidiano, tais como os rendimentos (juros e correção monetária) das cadernetas de poupança e as taxas de inflação, e estão sujeitas ao crescimento ou decrescimento exponencial” (p. 32).

Nesse contexto, ressalta-se que os fenômenos exponenciais decrescentes ocorrem com mais frequência na natureza do que os crescentes, pois os recursos naturais disponíveis para a utilização da humanidade podem ser limitados. Então, é importante que os alunos adquiram conhecimentos detalhados sobre a função exponencial, aprendendo a efetuar cálculos e organizar gráficos que facilitam a compreensão dos fenômenos presentes na natureza e em sua vida diária (OLIVEIRA, ROSA; HEIN, 2000).

Existe a necessidade de destacar que a noção de função foi sendo construída no decorrer do tempo com a cooperação de muitos estudiosos, filósofos e matemáticos. Esse conceito, da maneira como é utilizado atualmente, pode ter emergido “no século XVII como resultado do desenvolvimento do cálculo infinitesimal e da geometria analítica” (LADEIRA, 2015).

Dessa maneira, a história das funções “proporciona outro exemplo interessante de uma tendência dos matemáticos de generalizar e ampliar os conceitos” (EVES, 2004, p. 660). Por exemplo, a:

(...) palavra *função*, na sua forma latina equivalente, parece ter sido introduzida por Leibniz em 1694, inicialmente para expressar qualquer quantidade associada a uma curva, como, por exemplo, as coordenadas de um ponto da curva, a inclinação de uma curva e o raio da curvatura de uma curva (EVES, 2004, p. 660).

Historicamente, na Antiguidade, os “Babilônios desenvolveram ideias sobre função em forma de tabelas e correspondência entre valores numéricos e expressões, que podem ser verificadas por meio da utilização das tábuas de quadrados, de cubos e de raízes quadradas utilizadas, principalmente, na Astronomia” (BELL, 1992 *apud* LADEIRA, 2015).

Por exemplo, em uma das tábuas babilônias de argila, que se encontram expostas no *Museu do Louvre*, em Paris, na França, encontra-se um problema relacionado com os juros compostos, que foi formulado há cerca de 3.700 anos. Nesse problema, os babilônios procuravam determinar por quanto deveriam aplicar uma determinada quantia a uma rentabilidade de 20% ao ano para que dobrasse de valor (MARQUES, 2010).

Nesse contexto, a noção do conceito de função, de maneira intuitiva, pode ter se originado com os babilônios na tentativa de resolução de problemas funcionais em forma de tabelas ou por meio de correspondência entre valores numéricos e expressões (BELL, 1992).

Por exemplo, de acordo com Eves (2004), em dessas tábuas de argila há uma dessas tabelas que contém a tabulação de “quadrados e de cubos dos inteiros de 1 a 30, [mas] também a sequência de valores $n^3 + n^2$ correspondente a esse intervalo” (p. 62).

É possível afirmar que até o século XI, o desenvolvimento do pensamento funcional estava restrito às descrições qualitativas de fenômenos naturais e às relações numéricas expressas em tabelas. Porém, com a emergência do comércio, as relações funcionais se mostraram ainda mais úteis às práticas diárias (RORATTO, 2009).

Em 1661, Christiaan Huygens (1629-1695), um matemático holandês, proporcionou um avanço na conceituação de funções exponenciais, definindo essa curva como *logarítmica*. No

entanto, na terminologia atual, esse tipo de curva é denominado de exponencial, pois tem a forma de $y = ka^x$.

Inicialmente, no desenvolvimento do conceito de funções, os logaritmos não foram relacionados com os expoentes, contudo, da equação $x = a^t$, deduz-se que $t = \log_a x$, onde t é o logaritmo de x na base a . Nesse exemplo, o logaritmo é definido como uma função, porém, no início, os matemáticos pensaram que os logaritmos eram números que somente os auxiliavam na resolução de cálculos (COOLIDGE, 1950; MAOR, 1994).

De acordo com esse relato histórico, James Gregory (1638-1675), um matemático e astrônomo escocês; foi provavelmente o primeiro estudioso que estabeleceu, por volta de 1670, a relação entre os logaritmos e os expoentes. Em sequência, Jacob Bernoulli (1654-1705), um matemático suíço, pode ter sido o primeiro matemático que definiu, em 1684, a função logarítmica como a inversa da exponencial (COOLIDGE, 1950; MAOR, 1994).

Por outro lado, em 1697, Coolidge (1950) e Maor (1994) argumentam que Bernoulli também iniciou um estudo mais sistematizado do cálculo da função exponencial quando publicou o livro intitulado *Principia Calculi Exponentialium Seu Percurrentium*, que mostrou o cálculo de várias séries exponenciais, por meio do qual, muitos resultados foram alcançados com a utilização da integração termo-a-termo.

Nesse registro histórico, destaca-se que Leonhard Paul Euler (1707-1783), um matemático alemão, introduziu grande parte da moderna terminologia e notações matemáticas, particularmente, da análise matemática. Por exemplo, a notação de função, sendo que Euler corrigiu, em 1748, a notação de e^x para função exponencial, explicando de maneira simplificada que a exponencial e o logaritmo são funções inversas (DUNHAM, 1999).

Em 1837, Lejeune Dirichlet (1805-1859), um matemático alemão, definiu função de uma maneira ampla para englobar a conceituação de relação, que é similar à definição atual de função (OLIVEIRA, 2012). Na área educacional, Félix Klein (1908-1945), um matemático alemão, argumentou, no início do século XX, que a:

(...) noção de função deveria estar presente no currículo de Matemática do ensino secundário, sendo que o seu papel curricular conceitual deveria considerar três aspectos: a natureza mais algébrica da abordagem, a generalização do conceito e a aplicação a problemas e situações da vida real e de outras ciências (PONTE, 1990 *apud* LADEIRA, 2015, p. 57).

Nesse sentido, as *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* (BRASIL, 2006) estabelecem que o:

(...) estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas

e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática (p.121).

Os *Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática - PCN⁺* (BRASIL, 2002) sugerem metodologias diferenciadas para o tratamento dos conteúdos matemáticos relacionados com o estudo de funções, propondo um conjunto de temas que possibilitam o desenvolvimento de competências⁷ que tenham relevância científica e cultural e, também, que desenvolvam uma articulação lógica das ideias e conteúdos matemáticos a serem trabalhando nas três séries do Ensino Médio.

Para que essa abordagem possa ser desencadeada nas salas de aula de matemática, os PCN⁺ (BRASIL, 2002) sugerem uma divisão dos conteúdos matemáticos em três grupos: 1) Álgebra: números e funções; 2) Geometria e medidas; 3) Análise de dados. A primeira contempla o conceito de função e sugere o vínculo desse com a álgebra, alertando, porém, que a ênfase deve estar no conceito, suas propriedades, interpretação gráfica e aplicações, ao invés, do enfoque tradicional que privilegia as manipulações algébricas e uma linguagem excessivamente formal.

Nesse direcionamento, com relação às funções, o *Currículo Básico Comum (CBC)* (MINAS GERAIS, 2007) destaca que o:

(...) conceito de função é um dos temas centrais e unificadores da matemática, podendo ser usado em diversas situações, mesmo não numéricas, por exemplo, na geometria, quando falamos em transformações geométricas. As funções elementares estudadas no Ensino Médio - afim, polinomial, exponencial e trigonométricas permitem a análise de fenômenos que envolvam proporcionalidade, crescimento, decaimento e periodicidade, que são bastante comuns no cotidiano (p. 36).

Continuando com o tópico relacionado com funções, o CBC (MINAS GERAIS, 2007) recomenda que:

(...) Algumas habilidades referentes a esta competência [funções] são: identificar os dados relevantes numa situação-problema para buscar possíveis resoluções; elaborar estratégias para enfrentar resolver uma dada situação-problema; identificar regularidade em dadas situações; fazer estimativas; interpretar, fazer uso e elaborar modelos e representações matemáticas para analisar situações; reconhecer relações entre a matemática e outras áreas do conhecimento (p. 33).

⁷De acordo com os PCN⁺ (Brasil, 2002), as competências são qualificações humanas amplas e múltiplas que devem articular os conhecimentos disciplinares ou não. Algumas competências são destacadas, como, por exemplo, informar e informar-se, comunicar-se, expressar-se, argumentar logicamente, aceitar ou rejeitar argumentos, manifestar preferências, apontar contradições e utilizar adequadamente as diferentes nomenclaturas, códigos e meios de comunicação.

Com relação à função exponencial, no CBC (MINAS GERAIS, 2007) esse conteúdo é tratado no tópico 12, do tema 5 e do eixo temático II. As habilidades que devem ser desenvolvidas são: identificar exponencial crescente e exponencial decrescente, resolver problemas que envolvam uma função do tipo $y(x) = ka^x$ e reconhecer uma progressão geométrica como uma função da forma $y(x) = ka^x$, definida no conjunto dos números inteiros positivos.

Como o conceito de função envolve concepções diversas e múltiplas representações, existe a necessidade da utilização de metodologias diferenciadas para o desenvolvimento desse conteúdo em sala de aula, pois as aplicações da Matemática nas outras ciências e em outros contextos (OLIVEIRA, ROSA; HEIN, 2000).

De acordo com Ponte (1990), as funções são instrumentos por excelência para estudar problemas de variação e trazem consigo, de sua origem histórica, a ideia de instrumento matemático indispensável para o estudo qualitativo de fenômenos naturais.

CAPÍTULO II

UMA BASE METODOLÓGICA BASEADA NA TEORIA FUNDAMENTADA NOS DADOS

O principal objetivo desse capítulo é descrever a metodologia utilizada nessa pesquisa, bem como mostrar as escolhas metodológicas realizadas pela professora-pesquisadora. Esse capítulo também apresenta a contextualização da escola, a caracterização dos participantes, o design da pesquisa, a triangulação de dados, a instrumentalização, o processo de coleta e análise de dados e a interpretação das informações que serão obtidas durante a condução do trabalho de campo desse estudo.

Essa pesquisa tem uma abordagem qualitativa que pode contribuir para um melhor entendimento da problemática desse estudo. Dessa maneira, os procedimentos metodológicos estão relacionados com a obtenção dos dados coletados mediante o contato interativo da professora-pesquisadora com os participantes desse estudo.

Nessa abordagem, de acordo com Patton (2002), os pesquisadores se aprofundam na compreensão dos fenômenos que estudam, bem como nas ações dos indivíduos em seu contexto sociocultural, sem se preocuparem com as generalizações.

Nesse contexto, essa abordagem auxiliou a professora-pesquisadora a compreender as relações entre os participantes, o contexto no qual estão inseridos e as ações relacionadas com a utilização do *software GeoGebra* e dos dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones*, no entendimento de suas possíveis potencialidades no desenvolvimento dos conteúdos de funções exponenciais.

Assim, para a professora-pesquisadora e o seu orientador, a abordagem metodológica qualitativa a ser adotada nesse estudo é a *Teoria Fundamentada nos Dados*⁸, que foi proposta por Barney G. Glaser (1930-)⁹ e Anselm L. Strauss (1916-1996)¹⁰, em 1967, no livro intitulado *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*; pois os dados brutos

⁸ *Grounded Theory*.

⁹ Glaser é um sociólogo americano e um dos fundadores da metodologia da Teoria Fundamentada nos Dados (com Anselm L. Strauss). Em 1999, Glaser fundou a organização sem fins lucrativos denominada *Grounded Theory Institute*.

¹⁰ Strauss foi um professor e sociólogo americano da Universidade da Califórnia, San Francisco (UCSF), internacionalmente conhecido como um sociólogo médico (especialmente por sua atenção pioneira às doenças crônicas) e como um dos idealizadores (com Barney G. Glaser) da *Teoria Fundamentada nos Dados*, que um método inovador de análise qualitativa amplamente utilizado em sociologia, enfermagem, educação, trabalho social e estudos organizacionais.

foram sistematicamente coletados, analisados e interpretados para possibilitar a obtenção de uma resposta para a questão de investigação e, também, uma melhor compreensão da problemática desse estudo.

2.1. Contextualização da Escola

A escola na qual essa pesquisa foi realizada pertence à rede pública estadual e se localiza na região norte de Minas Gerais. Essa escola possui 28 turmas do 6º ano do Ensino Fundamental II ao 3º ano do Ensino Médio, que são oferecidas nos turnos matutino e vespertino. No período noturno, nessa escola, funciona todos os anos do Ensino Médio e a Educação de Jovens e Adultos (EJA) para os ensinos Fundamental II e Médio.

Essa escola tem 984 alunos matriculados no ano letivo de 2017, possuindo 16 salas de aula, uma sala de diretoria, uma sala de professores, uma secretaria, um laboratório de informática, uma sala de recurso, uma cozinha, um refeitório, uma despensa, uma biblioteca, três banheiros, sendo que dois são para os alunos e um para os funcionários e professores, uma quadra de esportes coberta, um pátio coberto e uma grande área descoberta que possui jardins.

2.2. Participantes da Pesquisa

De acordo com os dados dos registros escolares e com as informações obtidas com os professores do primeiro ano do Ensino Médio, o Primeiro Ano do Ensino Médio possuía 32 alunos, no entanto 8 (oito) desistiram ou foram transferidos para outras escolas.

Dessa maneira, os 24 alunos matriculados nesse ano eram jovens que, majoritariamente, eram participativos e demonstravam interesse nas aulas de matemática. Contudo, é importante ressaltar que a população participante desse estudo foi composta por 20 alunos dessa turma.

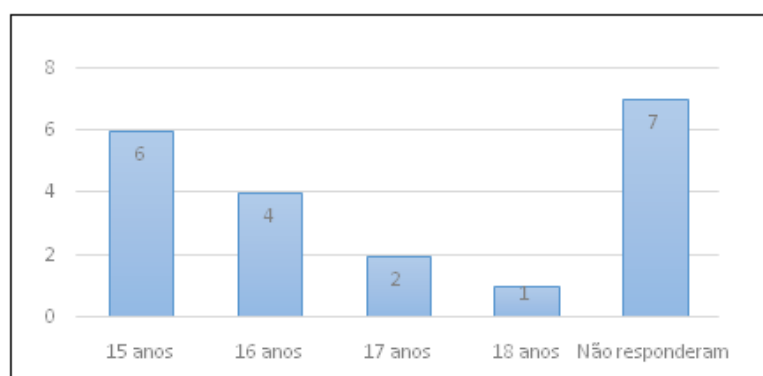
O perfil dos participantes desse estudo também foi delineado a partir das respostas dadas pelos alunos que estavam presentes para algumas questões do Questionário Inicial (Apêndice I), que estavam relacionadas com a idade, o gênero e o nível econômico familiar dos alunos.

Em outras questões desse instrumento de coleta de dados, os participantes deveriam responder se haviam cursado o primeiro ano do Ensino Médio anteriormente e estudado o conteúdo de funções, se possuíam o telefone celular/*smartphone* com acesso a internet e quais conteúdos acessavam na rede, se utilizavam as mídias tecnológicas em sala de aula, bem como

foi solicitado que expressassem a sua opinião sobre a importância e a utilização excessiva dos telefones celulares/*smartphone* e se conheciam o *software GeoGebra*.

A análise dos dados da primeira questão do questionário inicial mostra que dos 20(100%) participantes desse estudo, 6(30%) têm 15 anos, 4(20%) têm 16 anos, 2(10%) têm 17 anos, 1(5%) participantes tem 18 anos e 7(35%) não responderam essa questão, pois estavam ausentes das atividades escolares nesse dia. O gráfico 1 mostra a idade dos participantes dessa pesquisa.

Gráfico 1: Idade dos participantes



Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

O quadro 1 mostra as respostas dadas para a segunda questão desse questionário que estava relacionada com o gênero dos participantes e, apesar de que 7 (35%) participantes estivessem ausentes no dia de sua aplicação, foi possível identificar o gênero desses participantes nas atividades posteriores.

Quadro 1: Gênero dos participantes

Gênero	Frequência	Porcentagem
Feminino	9	45%
Masculino	11	55%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

É importante ressaltar que para garantir o anonimato dos participantes desse estudo, os seus nomes verdadeiros foram omitidos, sendo que foram utilizados pseudônimos escolhidos pela professora-pesquisadora. Por exemplo, os códigos que começam pela letra *M* indicam que o participante é do gênero masculino enquanto os códigos que começam pela letra *F* indicam que a participante é do gênero feminino.

De acordo com esse procedimento, utilizaram-se também números adjacentes a essas letras que diferenciavam os alunos como, por exemplo, *F2*, *F4*, ..., *F18* ou *M1*, *M3*, ..., *M21*.

Nesse direcionamento, os códigos com numeração *par* representam o gênero feminino enquanto os códigos com numeração *ímpar* representam o gênero masculino.

Essa numeração seguiu uma ordem aleatória e não sequencial que foi elaborada pela professora-pesquisadora, sendo diferente da ordem alfabética constante no diário de classe da disciplina de Matemática na qual os alunos estavam matriculados.

Continuando com essa análise, as respostas dadas para a questão 3, que estava relacionada a renda familiar dos participantes desse estudo, mostra que 10(50%) participantes possuem uma renda familiar de até um salário mínimo, 1(5%) participante respondeu que não sabia a sua renda familiar e 2(20%) não responderam essa questão.

Essa análise também mostra que dos participantes que informaram a renda familiar, nenhum possuía renda familiar superior a três salários mínimos. O quadro 2 mostra a renda familiar dos participantes desse estudo que responderam ao questionário inicial.

Quadro 2: Renda familiar dos participantes

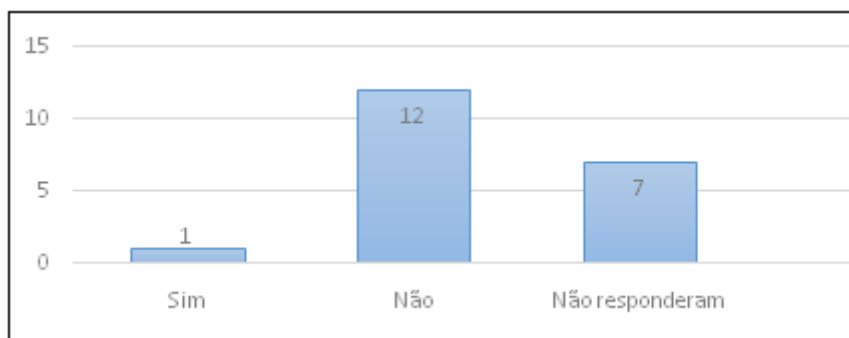
Renda Familiar	Frequência	Porcentagem
Até um salário mínimo	10	50%
De um até dois salários mínimos	00	0%
De dois até três salários mínimos	00	0%
Acima de três salários mínimos	00	0%
Não sabem	01	5%
Não responderam	02	10%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise dos dados obtidos pelas respostas dadas à questão 4: *Essa é a primeira vez que você cursa o primeiro ano do ensino médio? Se não for a primeira vez explique quais foram os motivos que fizeram com que você repetisse de ano*, mostra que 12(60%) dos participantes presentes estavam cursando pela primeira vez o primeiro ano do Ensino Médio enquanto que 1(5%) participante estava repetindo essa série.

Ressalta-se que o participante *M9* foi o único que afirmou ser repetente e justificou a sua resposta alegando “que foi por causa de brincadeira”. O gráfico 2 mostra a aprovação dos participantes no primeiro ano do Ensino Médio.

Gráfico 2: Essa é a primeira vez que você cursa o primeiro ano do ensino médio?



Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Finalizando a caracterização dos participantes desse estudo, é importante ressaltar que, atualmente, a professora-pesquisadora leciona nessa escola, no turno matutino, para duas turmas de 6º ano, uma turma do 9º e uma turma do 3ª ano do Ensino Médio, sendo assim, conduziu a sua pesquisa na única turma do primeiro ano do Ensino Médio, do turno vespertino, de responsabilidade de outra professora.

2.3. Design Metodológico: Teoria Fundamentada nos Dados

O *design* metodológico utilizado nesse estudo está baseado em uma adaptação da Teoria Fundamentada nos Dados, pois a codificação seletiva e a escrita da teoria emergente não serão elaboradas nessa investigação. De acordo com Gasque (2007) essa teoria é “uma metodologia de natureza exploratória que enfatiza a geração e o desenvolvimento de teorias que especificam o fenômeno e as condições para a sua manifestação” (p. 90).

É importante ressaltar que a Teoria Fundamentada nos Dados é uma teoria geral, aplicável em estudos qualitativos e quantitativos. Entretanto, nesse estudo, salienta-se o caráter qualitativo dessa teoria apesar da professora-pesquisadora apresentar uma abordagem quantitativa que está relacionada com a utilização da estatística descritiva para organizar e apresentar os dados brutos coletados no trabalho de campo desse estudo.

Assim, o principal objetivo desse *design* metodológico é compreender o entendimento que os participantes possuem sobre a problemática desse estudo. Assim, é importante ressaltar que a Teoria Fundamentada propicia a coleta de dados brutos por meio da utilização de diversos instrumentos que auxiliou a professora-pesquisadora na busca de uma resposta para a questão de investigação desse estudo.

Nesse contexto, a professora-pesquisadora analisou os dados a “partir de uma sistemática observação, comparação, classificação e análise de similaridades e dissimilaridades” (FRAGOSO, RECUERO, AMARAL, 2011, p. 83) das informações que,

posteriormente, foram interpretadas para descrever a problemática desse estudo de uma maneira sistemática e rigorosa.

Então, na Teoria Fundamenta, a problemática estudada é desenvolvida por meio de uma coleta sistemática dos dados e da análise de seus resultados (STRAUSS; CORBIN, 1990). Nesse direcionamento, essa teoria propicia o “exercício do pensamento criativo no processo de teorização, devendo o investigador ter a capacidade de retroceder e analisar situações de forma crítica e reflexiva” (BAGGIO, 2011, p. 179).

Desse modo, existe a necessidade de que, após a realização da coleta dos dados, os pesquisadores os separem, classificando-os e sintetizando-os por meio de codificações para organizá-los em subcategorias. Então, os pesquisadores devem:

(...) ter sensibilidade às palavras, às ações dos informantes e perceber as tendências que os dados apontam; ter sensibilidade aguçada para elaborar perguntas pertinentes; ter capacidade de pensar o abstrato, de reconhecer/perceber além do óbvio; ser flexível e aberto a críticas, além de ter capacidade de interpretar os dados indutiva e indutivamente, nomear categorias adequadamente, realizar comparações entre as diversas categorias e criar um esquema analítico interpretativo inovador (BAGGIO, 2011, p. 179).

De acordo com esse contexto, Gasque (2007) afirma que a Teoria Fundamentada nos Dados engloba a amostragem teórica e a codificação dos dados, bem como a redação da teoria emergente, que não será elaborada nesse estudo.

2.3.1. Amostragem Teórica

A amostragem teórica é composta pela coleta de dados que foi utilizada como ponto de partida para a elaboração das subcategorias e das categorias. Nesse sentido, os pesquisadores coletam, analisam e codificam os dados, bem como interpretam as informações obtidas para a escrita do texto dessas categorias (GLASER; STRAUSS, 1967).

Então, um dos principais objetivos da amostragem teórica é “maximizar as oportunidades de obtenção de dados para auxiliar na explicação das categorias, em termos de suas propriedades e dimensões, visando o desenvolvimento conceitual e teórico” (BAGGIO, 2011, p. 180) do estudo.

Por outro lado, a coleta é realizada até a saturação teórica, que ocorre quando há repetição ou ausência de dados novos (STRAUSS; CORBIN, 1990). É importante ressaltar que outro objetivo importante da amostragem teórica é propiciar a obtenção de informações

extraídas dos dados, que são elementos importantes para a elaboração das subcategorias e das categorias de análise.

2.3.2. Codificação dos Dados

A codificação ocorre quando os dados são examinados cuidadosamente para que possam ser organizados por meio da elaboração de subcategorias e categorias semelhantes. Nessa etapa, a codificação envolve comparações constantes entre os dados que são direcionados para o desenvolvimento de subcategorias e categorias por meio da abstração e das relações entre os seus elementos (GASQUE, 2007) que as compõem.

Os processos codificatórios da Teoria Fundamentada nos Dados são denominados de codificações aberta, axial e seletiva, que devem ser entendidos como maneiras distintas para tratar os dados brutos coletados durante a condução do trabalho de campo de um determinado estudo.

É importante ressaltar que na adaptação da Teoria Fundamentada utilizada nesse estudo, a codificação seletiva não será empregada como procedimento metodológico para interpretação dos resultados obtidos, pois a professora-pesquisadora e o seu orientador optaram por não escrever uma teoria emergente dos dados.

2.3.2.1. Codificação Aberta

Esse tipo de codificação pode ser considerado como o processo analítico pelo qual os dados são identificados e codificados em relação às suas propriedades e dimensões (PINTO, 2012). Esse processo envolve as atividades de examinar, comparar, conceituar e categorizar os dados que são sumarizados em códigos preliminares. Nessa etapa, os dados coletados são analisados linha a linha, frase a frase e parágrafo a parágrafo (GASQUE, 2007) para que subcategorias possam emergir para que se tornem categorias na próxima etapa de codificação.

2.3.2.2. Codificação Axial

Nessa etapa, a codificação axial aprimora e diferencia os códigos preliminares resultantes da codificação aberta. Assim, os pesquisadores selecionam as subcategorias e categorias mais relevantes por meio do agrupamento das informações constantes nos dados.

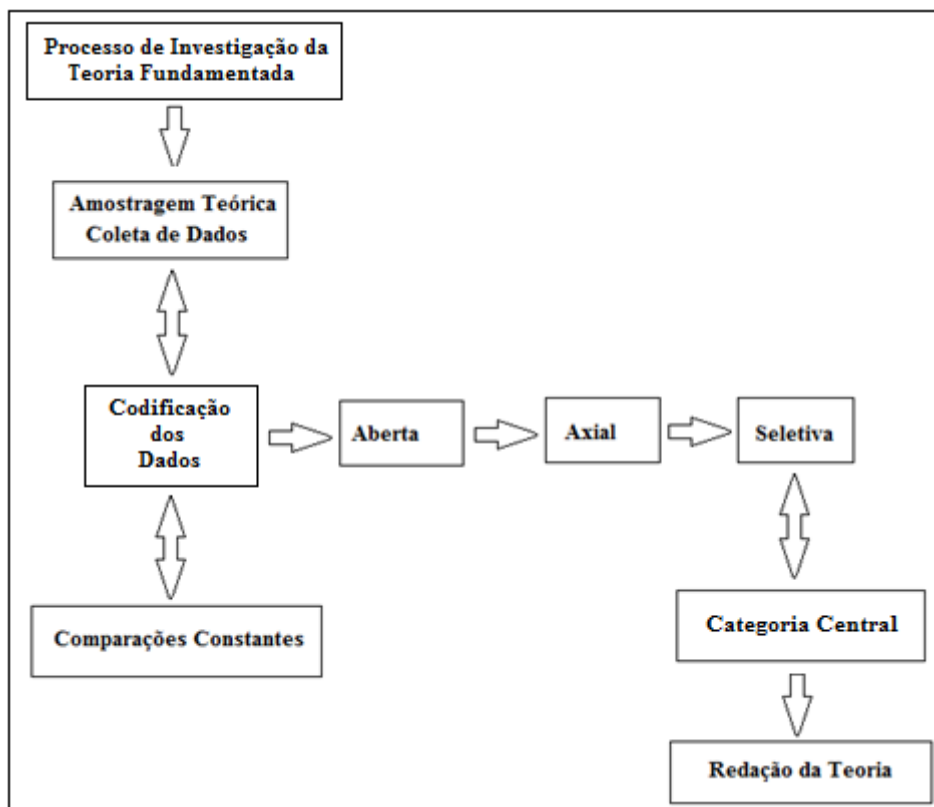
Durante esse processo, os pesquisadores podem alternar entre a codificação aberta e axial, pois as subcategorias e categorias devem ser constantemente verificadas em relação aos dados e às informações que as compõem, podendo ser reagrupadas e reorganizadas.

Então, Baggio e Erdmann (2011) argumentam que categorias mais densas podem ser elaboradas, pois são mais completas para mostrar a relação entre os códigos preliminares que originaram as categorias conceituais.

2.3.3. Etapas da Teoria Fundamentada nos Dados

A figura 3 mostra as etapas propostas pela Teoria Fundamentada, que nortearam o processo de coleta dos dados, na análise das informações e na interpretação dos resultados obtidos nesse estudo.

Figura 3: Etapas da Teoria Fundamentada nos Dados



Fonte: Adaptado de Costa (2013)

Nesse contexto, buscou-se por meio da interpretação das informações obtidas na fase analítica desse estudo, a verificação das contribuições que as atividades elaboradas de acordo com a utilização do *software GeoGebra* e dos dispositivos móveis (*smartphones*) podem

oferecer para o entendimento dos conteúdos Função Exponencial. É importante enfatizar que a codificação seletiva e a escrita da teoria emergente não serão elaboradas, pois a Teoria Fundamentada foi adaptada para ser utilizada nesse estudo.

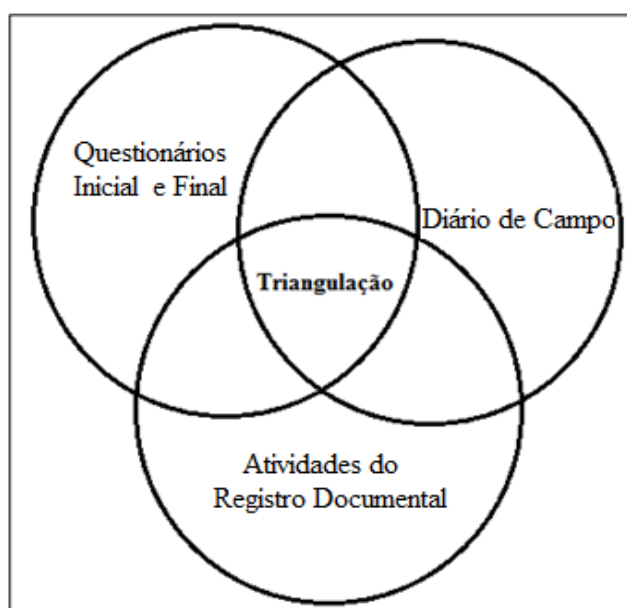
2.4. Triangulação de Dados

A triangulação dos dados utiliza diversos métodos de pesquisa para a investigação de uma mesma problemática, que se refere à convergência ou à corroboração de dados relacionados com um mesmo fenômeno (VERGARA, 2004).

Nesse contexto, a triangulação de dados possibilitou uma compreensão multidimensional da problemática desse estudo que auxiliou a professora-pesquisadora a reduzir as possíveis distorções de interpretação com a utilização de diversos métodos de coleta de dados (GUNTHER, 2006).

Nesse estudo, os dados foram triangulados de acordo com a utilização dos questionários inicial e final, do diário de campo e com a utilização dos blocos de atividades do registro documental, que foram elaboradas com os conteúdos da Função Exponencial por meio da utilização do *software GeoGebra* e dos dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones*. A figura 4 mostra os instrumentos de coleta utilizados na triangulação dos dados desse estudo.

Figura 4: Instrumentos de coleta utilizados na triangulação dos dados



Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Então, por meio dos dados coletados nessa pesquisa, buscou-se com a utilização da triangulação, a comparação e a convergência das informações obtidas nos instrumentos de coleta, na revisão de literatura e de acordo com os procedimentos utilizados na Teoria Fundamentada, conferindo validade a essa investigação.

Dessa maneira, a triangulação dos dados orientou a professora-pesquisadora para a obtenção da resposta para a questão de investigação desse estudo.

2.4.1. Confiabilidade das Codificações Obtidas nos Instrumentos de Coleta de Dados

Para que a professora-pesquisadora pudesse assegurar a confiabilidade da análise dos dados brutos e da interpretação das informações obtidas nos instrumentos de coleta, utilizou a fórmula de consenso proposta por Miles e Huberman (1994), que é dada por:

$$\text{Consenso} = \frac{\text{consenso(mesma codificação)}}{\text{codificação total(consenso + divergências)}} (\times 100)$$

De acordo com essa abordagem, a verificação da confiabilidade das codificações determinadas é verificada por dois membros do time da pesquisa que examinem os dados por meio de sua codificação, de maneira independente. Nesse estudo, a verificação de sua confiabilidade foi realizada pela professora-pesquisadora e pelo seu orientador.

Então, a professora-pesquisadora e o seu orientador se reuniram para verificar as discrepâncias de codificação por meio da busca de soluções para resolvê-las por meio de discussões para negociar o consenso sobre essas categorizações.

Desse modo, para verificação dessa confiabilidade, do total de 438 codificações determinadas na análise dos dados brutos obtidos nos instrumentos de coleta utilizados durante a condução desse estudo, houve 45 divergências na verificação desse processo. Aplicando a fórmula proposta tem-se que:

$$\text{Consenso} = \frac{438}{(438 + 45)} (\times 100) = \frac{438}{(483)} (\times 100) = 90,7\%$$

Por conseguinte, a confiabilidade determinada para a codificação das respostas dadas para esses dois instrumentos de coleta foi de 90,7%. Em concordância com Miles e Huberman (1994), os resultados parciais obtidos nesses instrumentos resultados são confiáveis, pois é

maior que 90% que é o mínimo recomendado como satisfatório para que as codificações obtidas sejam consideradas confiáveis.

2.5. Coleta de Dados Qualitativos e Instrumentos

A coleta de dados foi realizada no decorrer das aulas de matemática destinadas ao estudo de Funções Exponenciais, durante o segundo semestre de 2017, no período de 16 de outubro de 2017 quando a professora-pesquisadora observou a primeira aula a 04 de dezembro de 2017, dia em que foi aplicado o questionário final.

Os dados foram analisados e interpretados qualitativamente, pois uma “pesquisa qualitativa parte do pressuposto de que a solução dos problemas educacionais passa primeiramente pela busca de interpretação e compreensão dos significados atribuídos pelos envolvidos (ou sujeitos que experienciam o fenômeno)” (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 65).

Nesse sentido, os dados foram coletados por meio do diário de campo da professora-pesquisadora com o registro de observações conduzidas durante o trabalho de campo realizado pelos participantes deste estudo, de dois questionários: inicial e final e, também, pelos blocos de atividades que compõem o registro documental desse estudo.

As gravações em vídeo e as suas transcrições também compuseram a parte analítica dessa investigação

Nesse direcionamento, a utilização de diversos tipos de instrumentos de coleta de dados diversos foi necessária para que a professora-pesquisadora pudesse ratificar e validar as informações obtidas durante a realização do trabalho de campo dessa pesquisa por meio da triangulação dos dados brutos.

Dessa maneira, os dados qualitativos desse estudo foram coletados por meio da utilização dos seguintes instrumentos:

- a) Questionários Inicial e Final
- b) Blocos de Atividades do Registro Documental
- c) Diário de campo da professora-pesquisadora

Assim, a análise dos dados brutos obtidos nesses instrumentos, bem como a interpretação de seus resultados, teve por objetivo auxiliar a professora-pesquisadora a responder a seguinte questão de investigação:

Quais são as possíveis potencialidades da utilização do software GeoGebra através do smartphone como recursos pedagógicos para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do Primeiro ano do Ensino Médio?

Nesse contexto, os seguintes instrumentos foram elaborados para iniciar o processo de coleta de dados deste estudo:

2.5.1. Questionários

De acordo com Rosa (2010), os questionários são instrumentos importantes em investigações por causa de sua flexibilidade, pois possibilitam a coleta de dados qualitativos e quantitativos (ROSA, 2010). Em geral, os “questionários têm como principal objetivo descrever as características de uma pessoa ou de determinados grupos sociais” (OLIVEIRA, 2007, p. 83).

Para Gil (1999), os questionários são técnicas de coleta de dados compostos por questões abertas e/ou fechadas que têm como objetivo a obtenção de informações sobre as opiniões, os interesses, as expectativas e as situações experienciadas e vividas pelos participantes.

As questões fechadas são compostas por alternativas específicas para que os participantes possam escolher aquela que melhor responda às suas vivências. As questões abertas oferecem para os participantes uma liberdade ilimitada para responderem sobre as suas experiências.

A coleta de dados qualitativos desse estudo também foi realizada por meio dos questionários inicial e final.

2.5.1.1. Questionário Inicial

O principal objetivo desse questionário foi realizar o levantamento de dados relacionados com o gênero, a idade, o nível econômico e, também, verificar como os participantes desse estudo se relacionam com o *software GeoGebra* e com os dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones* e, também, sobre a importância do conteúdo de funções exponenciais para a resolução dos problemas que enfrentam no cotidiano.

2.5.1.2. Questionário Final

O principal objetivo desse questionário foi verificar como os alunos perceberam as atividades propostas em sala de aula com relação à utilização do *software GeoGebra* e à utilização dos dispositivos móveis, como, por exemplo, o *smartphone* para o entendimento do conteúdo de funções exponenciais, bem como poderiam relacionar esses conteúdos com o seu cotidiano.

2.5.2. Blocos de Atividades do Registro Documental

Os registros documentais podem ser considerados como documentos que contêm informações que auxiliam os pesquisadores a tomarem e comunicarem as suas decisões, bem como registrarem os temas que são de interesse dos participantes do estudo e da instituição educacional (LEEDY; ORMROD, 2001).

Nesse sentido, as informações escritas, os objetos e/ou os fatos registrados materialmente são suscetíveis de serem utilizados na fase analítica de um determinado estudo.

De acordo com Rosa (2010), a análise dos registros documentais está relacionada com a exploração sistemática dos documentos escritos pelos alunos, que são elementos essenciais nas pesquisas na área educacional.

Esses documentos incluem os exercícios, as provas, os exames, as atas das reuniões, os documentos de políticas educacionais, os registros públicos, os documentos particulares, as biografias e os documentos visuais, como, por exemplo, os filmes, os vídeos e as fotografias.

Nessa pesquisa, o registro documental foi composto por 4 (quatro) blocos de atividades matemáticas que foram realizadas pelos participantes desse estudo.

2.5.3. Diário de Campo

O diário de campo foi composto por informações obtidas com as observações realizadas durante o processo de coleta de dados. Essas observações foram relacionadas com os blocos de atividades realizados em sala de aula e auxiliou a professora-pesquisadora na análise dos dados e na interpretação de seus resultados (BARNETT, 2002).

Esse diário também contém os registros sobre todas as aulas observadas, tendo como foco o comportamento e as falas dos alunos durante a realização das atividades propostas nos blocos do registro documental.

2.6. Procedimentos Metodológicos

Depois de alguns percalços com relação à mudança de orientadores, durante os primeiros três semestres no programa de mestrado, a partir de 2016, a professora-pesquisadora realizou um levantamento bibliográfico para auxiliá-la com a fundamentação teórica que a auxiliasse na análise da questão de investigação desse estudo.

Essa pesquisa bibliográfica foi iniciada por meio de uma busca no banco de teses da *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) com a procura de resumos de dissertações e teses que abordassem a temática desse estudo.

Nessa pesquisa, a professora-pesquisadora constatou a ausência de registros de investigações que envolvessem, em um mesmo trabalho, as temáticas que relacionam a função exponencial, o *software GeoGebra* e os dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones*.

Esse levantamento bibliográfico também foi desenvolvido no *Directorio dos Grupos de Pesquisa/CNPq*, contudo, a pesquisa realizada também não encontrou registros de investigações relacionados com a temática desse estudo.

Em seguida, a professora-pesquisadora realizou uma pesquisa em inglês, português e espanhol, em livros, capítulos de livros, periódicos e anais de eventos nacionais e internacionais para verificar a produção intelectual referente ao desenvolvimento do conteúdo de função exponencial por meio da utilização do *software GeoGebra* e dos dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones*.

O projeto de pesquisa foi apresentado e aprovado, em 24 de agosto de 2017, pela direção da escola na qual a pesquisa de campo (Anexo I) foi realizada e, também, pela professora da turma (Anexo II).

Assim, a condução dessa pesquisa foi realizada em uma escola pública da região norte de Minas Gerais, com a solicitação de autorização dos pais, pois os alunos que são menores de idade.

Posteriormente, o projeto foi submetido ao *Comitê de Ética em Pesquisa* (CEP) da UFOP e, pós a sua aprovação, em 16 de Outubro de 2017, conforme CAAE: 77749917.1.0000.5150, um total de 24 *Termos de Assentimento* (TA) (Apêndice II) para os alunos menores e *Termos de Consentimento Livre e Esclarecido* (TCLE) (Apêndice III) foram entregues, no dia 23 de outubro de 2017, para os alunos menores entregarem para os pais ou

responsáveis para a autorização para a sua participação nessa pesquisa e posterior retorno para a professora-pesquisadora.

No dia 24 de outubro de 2017, 20 *TCLE* foram retornados devidamente assinados pelos alunos menores e, também, pelos pais ou responsáveis autorizando a sua participação nesse estudo. Dessa maneira, esses alunos tornaram-se participantes dessa investigação.

Um dos objetivos desses termos foi informar os pais, os responsáveis e os alunos sobre os procedimentos metodológicos e as atividades que foram utilizadas nesse estudo, bem como sobre a desistência de sua participação nessa investigação, a qualquer momento, por vontade própria ou por solicitação de seus pais ou responsáveis.

Outro objetivo importante foi garantir o sigilo com relação à identificação dos participantes, pois os seus nomes foram substituídos por códigos, que foram identificados apenas pela professora-pesquisadora e pelo seu orientador.

Após esses procedimentos para a preparação dessa investigação, a professora-pesquisadora iniciou a coleta dos dados no dia 24 de outubro de 2017. O quadro 3 mostra uma breve descrição da aplicação dos instrumentos de coleta de dados utilizados nesse estudo.

Quadro 3: Descrição da aplicação dos instrumentos de coleta de dados

Atividades	Data	Horário	Objetivos
Questionário Inicial	24/10/2017	5º horário	Realizar o levantamento de dados relacionados com o gênero, a idade, o nível econômico e, também verificar

		(16h 40m a 17h 30m)	o conhecimento dos participantes sobre funções, o telefone celular e também pelo <i>software GeoGebra</i> .
Bloco de Atividades 1	26/10/2017	4º e 5º horário (15h 30m a 17h 30m)	Lembrar as propriedades de potenciação necessárias para a aprendizagem de funções exponenciais. Resolver exemplos e realizar atividades envolvendo as propriedades de potenciação, bem como questões contextualizadas que utilizem potências.
Bloco de Atividades 2	30/07/2017	3º horário (14h 40m a 15h 30m)	Apresentar quatro situações-problema por meio das quais os alunos poderão explorar de maneira intuitiva a definição de função exponencial com o auxílio do telefone celular/ <i>smartphone</i> .
Bloco de Atividades 3	13/11/2017	3º horário (14h 40m a 15h 30m)	Apresentar o aplicativo para que os alunos possam explorar os seus comandos. Apresentar algumas situações-problema para a introdução das funções exponenciais por meio de exemplos de situações cotidianas, apresentando, em seguida, a definição de função exponencial. Desenvolver as atividades para construção de gráficos de funções exponenciais
	14/11/2017	3º horário (14h 40m a 15h 30m)	
Bloco de Atividades 4	20/11/2017	3º horário (14h 40m a 15h 30m)	Propor atividades contextualizadas envolvendo função exponencial. Discutir sobre as situações-problema propostas, julgando-as para verificar se possuem relação com o conteúdo matemático estudado. Mediar esse processo para verificar se os alunos conseguem perceber se essas situações estão relacionadas com as ideias, noções, relações e propriedades de função exponencial
	21/11/2017	3º horário (14h 40m a 15h 30m)	
Questionário Final	04/12/2017	3º horário (14h 40m a 15h 30m)	Verificar como os alunos percebem as atividades propostas em sala de aula com relação ao <i>software GeoGebra</i> e à utilização dos dispositivos móveis como o <i>smartphone</i> para o entendimento do conteúdo de funções exponenciais, bem como relacionar o conteúdo com o seu cotidiano.

Fonte: Arquivo-pessoal da professora-pesquisadora

No início do trabalho de campo, o Questionário Inicial foi entregue para os participantes, no dia 24 de Outubro de 2017, antes da realização das atividades do registro documental propostas para a sala de aula, cujos objetivos estavam relacionados com as contribuições da utilização do *software GeoGebra* por meio do *smartphone*, como instrumentos mediadores do entendimento do conteúdo de funções exponenciais fundamentado na teoria do aprendizado móvel.

Após a aplicação do Questionário Inicial, no dia 24 de outubro de 2017, a professora-pesquisadora aplicou os quatro blocos de atividades do registro documental, que foram realizadas em grupos de dois ou três alunos.

O primeiro bloco de atividade: *Relembrando Conceito de Potenciação*, foi realizado de 26 de outubro de 2017. A professora-pesquisadora iniciou as atividades desse bloco relembrando as propriedades de potenciação. Após a explicação e a resolução de exemplos, os

alunos realizaram as atividades envolvendo essas propriedades, bem como trabalharam com questões contextualizadas que utilizaram as potências.

A professora-pesquisadora solicitou que os participantes baixassem, em casa, em seus celulares (desde que fosse *android*) ou *smartphones* (algumas duplas trabalharam com os dois dispositivos outras com apenas um) o aplicativo do *software GeoGebra*. Para os participantes que, por algum motivo, não conseguiram baixar esse aplicativo, a professora-pesquisadora roteou a Internet dos celulares ou *smartphones* (alguns alunos trabalharam com celulares outros com *smartphones*) no dia em que se iniciou o desenvolvimento do segundo bloco e antes do início da realização das atividades propostas em sala de aula.

O segundo bloco de atividades: *Intuicionando: Entendendo Funções Exponenciais* foi realizado de 30 de outubro de 2017. Em sala de aula, a professora-pesquisadora apresentou 4 (quatro) situações-problema por meio das quais os alunos pudessem explorar de maneira intuitiva a definição de função exponencial com o auxílio do *smartphone* e do *software GeoGebra*.

O terceiro bloco de atividades denominado *Mãos à Obra! Introdução à Função Exponencial* foi realizado de 13 de Novembro de 2017 a 14 de Novembro de 2017. Em sala de aula a professora-pesquisadora apresentou o aplicativo *GeoGebra* para que os alunos explorassem os seus comandos até descobrirem como se constrói um gráfico qualquer.

Posteriormente, a professora-pesquisadora apresentou algumas situações-problema para a introdução das funções exponenciais por meio de exemplos de situações cotidianas, apresentando, em seguida, a definição de função exponencial para auxiliar os participantes desse estudo no desenvolvimento das atividades de construção de seus gráficos.

Por exemplo, de acordo com Iezzi, Dolce, Degenszajn e Périgo (2002), a função exponencial pode ser definida como “qualquer função f de \mathbb{R} em \mathbb{R} dada por uma lei da forma $f(x) = a^x$, em que a é um número real dado, $a > 0$ e $a \neq 1$ ”(p. 97). A professora-pesquisadora mediu esse processo para verificar se os participantes conseguiram perceber as principais características e particularidades dos gráficos das funções exponenciais.

Durante esse processo, a professora-pesquisadora também mediu o processo de formalização das situações-problema apresentadas para possibilitar o envolvimento dos participantes no desenvolvimento de outras formalizações para as situações-problema apresentadas. Para isso, a professora-pesquisadora argumentou com os participantes sobre as principais características dos gráficos da função exponencial.

O quarto bloco de atividades: *Colocando em Prática: Função Exponencial Contextualizada* foi realizada de 20 de Novembro de 2017 a 21 de Novembro de 2017. Em sala de aula, a professora-pesquisadora propôs atividades contextualizadas envolvendo função exponencial. Os participantes discutiram sobre as situações-problema propostas, julgando-as para verificar se possuíam relação com o conteúdo matemático estudado.

A professora-pesquisadora mediou esse processo para verificar se os participantes conseguiram perceber se essas situações estavam relacionadas com as ideias, noções, relações e propriedades de função exponencial.

Durante a realização das atividades do registro documental, a professora-pesquisadora gravou as conversas durante as aulas para a coleta de informações referente às conversas dos participantes nos grupos, pois esse momento foi importante para se detectar o que estavam pensando. Assim, as aulas foram gravadas em áudio para propiciar um registro mais completo das falas dos participantes, possibilitando rever as situações que ocorrem em sala de aula para, posteriormente, analisá-las em detalhes.

As gravações, depois de transcritas, auxiliaram a professora-pesquisadora na análise dos dados coletados e na interpretação de seus resultados. As fotos também foram tiradas durante a realização das atividades para que pudessem compor o relatório final dessa pesquisa. Foram solicitadas autorizações dos pais ou responsáveis dos participantes para a realização da gravação dos áudios e para as imagens (Apêndice IV).

Nesse ambiente, a professora-pesquisadora discutiu com os participantes, por meio de atividades propostas no registro documental, sobre os conteúdos de Função Exponencial e o seu desenvolvimento com o auxílio do *software GeoGebra* e dos dispositivos móveis, como, por exemplo, o *smartphone*, para que, posteriormente, pudessem observar a sua relação com o cotidiano.

Finalizando o período de coleta de dados, esse trabalho de campo foi encerrado em 04 de Dezembro de 2017, com a aplicação do Questionário Final (Apêndice V) que foi entregue para os alunos responderem após a realização das atividades do registro documental (Apêndice VI) propostas para a sala de aula, cujo objetivo foi verificar como os alunos perceberam as atividades propostas em sala de aula utilizando o *software GeoGebra* através do *smartphone* para o entendimento do conteúdo de funções exponenciais, bem como relacionaram esses conteúdos ao seu cotidiano.

É importante ressaltar que as observações realizadas pela professora-pesquisadora foram registradas em seu diário de campo para que pudesse anotar os seus registros referentes à realização das atividades sobre função exponencial propostas no registro documental.

Desse modo, o registro das observações realizadas durante a execução das atividades matemáticas curriculares propostas no registro documental também foram fontes de coleta de dados, pois a professora-pesquisadora registrou as suas observações em seu diário de campo durante e após a aplicação dessas atividades.

Esse material possibilitou a obtenção de informações que foram fornecidas no decorrer do trabalho de campo desse estudo, de maneira processual e analítica, por meio dos fundamentos da Teoria Fundamentada nos Dados.

Em seguida, a professora-pesquisadora iniciou o processo analítico desse estudo com a análise aprofundada dos dados, para que, posteriormente, pudesse proceder com a interpretação dos resultados para que buscar uma resposta à questão de investigação proposta para essa pesquisa.

2.7. Análise e Interpretação dos Dados

A análise qualitativa dos dados foi conduzida por meio da observação da realização das atividades propostas em sala de aula que compuseram o registro documental desse estudo. Nesse sentido, essa análise também foi realizada com a utilização das informações coletadas na observação direta dos participantes durante a realização dessas atividades. Essas observações foram anotadas no diário de campo da professora-pesquisadora para posterior análise e interpretação.

De acordo com os pressupostos da Teoria Fundamentada, o conjunto dos dados brutos, denominado de amostragem teórica, que foi coletado durante a condução desse estudo, foi transcrito para viabilizar a sua análise. Posteriormente, esses dados foram codificados por meio das codificações aberta e axial para a elaboração de subcategorias e categorias de análise que tiveram como objetivo possibilitar a interpretação dos resultados obtidos e propiciar o desenvolvimento da resposta para a questão de investigação.

A triangulação dos dados obtidos nos instrumentos de coleta foi utilizada para auxiliar a professora-pesquisadora na compreensão da problemática desse estudo. Nesse sentido, ressalta-se a importância dessa triangulação, que é realizada por meio da utilização de diferentes

instrumentos de coleta de dados, que têm como objetivo promover uma maior credibilidade aos resultados que foram encontrados nesse estudo qualitativo.

CAPÍTULO III

CODIFICAÇÕES ABERTA E AXIAL: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS BRUTOS

Esse capítulo tem como objetivo apresentar o resultado da análise dos dados coletados nos questionários inicial e final e nos quatro blocos de atividades propostos no registro documental, que foram realizados durante a condução do trabalho de campo desse estudo por meio dos pressupostos da Teoria Fundamentada que foi adaptada para esse estudo.

Para a realização dessa fase analítica, a professora-pesquisadora transcreveu, codificou e analisou as respostas dadas pelos participantes para os questionários e para as atividades propostas nos instrumentos de coleta de dados, bem como utilizou os registros das observações das aulas anotadas em seu diário de campo.

3.1. Apresentando e Analisando os Dados Brutos

Primeiramente, professora-pesquisadora utilizou a amostragem teórica para coletar, codificar e analisar os dados brutos para que pudesse obter informações relevantes com o objetivo de aprofundar o seu conhecimento sobre a problemática desse estudo.

Em seguida, após a verificação dos dados brutos, que foi realizada por meio da amostragem teórica, a professora-pesquisadora iniciou os procedimentos de codificação e de categorização, que foi realizado de maneira sistemática e simultânea até que a saturação teórica dos dados fosse percebida por meio de sua repetição, pois informações novas ou relevantes não foram mais determinadas (GASQUE, 2007).

Posteriormente, a professora-pesquisadora trabalhou com o desenvolvimento de códigos preliminares que foram categorizados de acordo com a utilização do método comparativo dos dados coletado, que de acordo com Gasque (2007) consistiu na aplicação de códigos em fragmentos de textos devidamente estruturados, como, por exemplo, uma palavra, uma frase, um parágrafo, uma página, ou um texto completo.

Nesse direcionamento, os pesquisadores podem ler um determinado fragmento para identificar uma palavra ou uma frase para que possam analisá-las e decidir se existem informações relevantes para serem utilizadas no processo de categorização. Conseqüentemente,

a codificação dos dados coletados pode ser realizada linha-a-linha, frase a frase, parágrafo a parágrafo, seção por seção ou página por página (COFFEY; ATKINSON, 1996).

Nesse estudo, os dados foram codificados por meio da codificação aberta e, em seguida, conceitualizados na codificação axial para que a professora-pesquisadora pudesse estabelecer as relações entre as informações obtidas por meio da elaboração de subcategorias e categorias.

O principal objetivo dessa análise foi o de proporcionar o rigor necessário para esse processo científico por meio da realização de um exame minucioso dos dados brutos (STRAUSS; CORBIN, 1990), que foram coletados durante a realização do trabalho de campo desse estudo.

Os códigos originados nesse processo analítico foram: *preliminares* que auxiliaram na conceitualização da essência empírica dessa pesquisa e os *conceituais* que assessoraram a professora-pesquisadora a mover-se da estrutura *descritiva* para a *referencial* por meio da elaboração de subcategorias e categorias (GLASER, 1978).

Essa abordagem favoreceu a abstração sobre os dados para a obtenção de informações relevantes para o entendimento da questão de investigação dessa pesquisa (GLASER, 1978). Posteriormente, após a análise dos dados brutos pela professora-pesquisadora, os códigos obtidos foram analisados e relacionados entre si.

Assim, o processo analítico utilizado nesse estudo para a análise dos dados brutos foi iniciado com a *Codificação Aberta* por meio da qual as informações foram examinadas cuidadosamente e verificadas linha a linha, frase a frase e parágrafo a parágrafo.

Essa codificação consistiu na primeira etapa desse processo analítico que foi realizado mediante leituras e anotação manual das informações constantes nos dados coletados nos instrumentos utilizados durante a condução do trabalho de campo dessa investigação.

O quadro 4 mostra um exemplo de codificação aberta utilizada para a determinação dos códigos preliminares desse estudo.

Dados Brutos Coletados	Codificação Aberta (Códigos preliminares)
<p>Utilizo o celular ou <i>smartphone</i> (1) para fazer alguma soma (2). Para fazer contas (2) e somas de matemática (2).</p> <p>Uso o celular (1) quando a gente quer saber algo que precisamos e para buscar informações (3).</p> <p>O celular é útil no dia a dia para comunicação (4).</p> <p>Uso o celular (1) para fazer contas (2) e realizar pesquisas (5).</p> <p>O telefone celular e o <i>smartphone</i> (1) são importantes (6) para que as pessoas possam calcular contas que elas não sabem (2).</p> <p>Talvez na hora que o professor estiver passando alguma coisa no quadro (7) o telefone [celular] (1) nos distraia bastante.</p> <p>Funções do 1º e 2º grau (7). Função exponencial (7).</p>	<p>(1) Recursos tecnológicos.</p> <p>(2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis.</p> <p>(3) Busca de informações.</p> <p>(4) Interação entre os indivíduos.</p> <p>(5) Realização de pesquisas.</p> <p>(6) Importância dos dispositivos móveis para a matemática.</p> <p>(7) Conteúdos matemáticos e funções.</p>

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Esse processo de leitura minuciosa dos dados possibilitou que a professora-pesquisadora examinasse, refletisse, comparasse e conceituasse os códigos preliminares determinados na codificação aberta.

Para cada fragmento de texto dos dados brutos que foi originado das respostas dadas para os instrumentos de coleta utilizados nesse estudo, a professora-pesquisadora e o seu orientador determinaram as expressões ou frases que compuseram os códigos preliminares da codificação aberta.

Então, os dados foram separados em grupos distintos e comparados entre si para que a professora-pesquisadora pudesse determinar as semelhanças e as diferenças entre as informações obtidas nesse processo (STRAUSS; CORBIN, 1990).

Em seguida, a *Codificação Axial* foi iniciada por meio do desenvolvimento de uma análise detalhada dos códigos preliminares obtidos durante a realização da codificação aberta. Esses dados foram reagrupados de maneiras distintas com o objetivo de relacionar as subcategorias, que originaram os códigos conceituais que, posteriormente, foram agrupados em categorias (STRAUSS; CORBIN, 1990).

O principal objetivo da codificação axial foi reorganizar os códigos preliminares em um nível maior de abstração conceitual. O quadro 5 mostra um exemplo da codificação axial utilizada nesse estudo para a determinação das categorias conceituais.

Quadro 5: Exemplo de codificação axial

Codificação Aberta (Códigos preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
(1) Recursos tecnológicos. (4) Interação entre os indivíduos.	Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social.
(3) Busca de informações. (5) Realização de pesquisas.	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares.
(2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis. (6) Importância dos dispositivos móveis para a matemática. (7) Conteúdos matemáticos e funções.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos)

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

É importante ressaltar que os processos de coleta e de análise dos dados ocorreram simultaneamente durante todas as etapas da condução dessa pesquisa, que é um aspecto importante da Teoria Fundamentada.

Nesse contexto, apresenta-se a análise dos dados brutos coletados nos instrumentos utilizados durante a condução do trabalho de campo desse estudo.

3.1.1. Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Questionário Inicial

Esse tópico apresenta a análise e a organização dos dados brutos coletados no questionário inicial. Por exemplo, com relação à quinta questão: *Você já teve contato com o conteúdo de função? Se sim, cite quais funções ou se não lembrar os nomes delas você pode mencionar exemplos*, as respostas dadas mostram que 11(55%) participantes responderam que sim, pois tiveram contato com funções do primeiro e do segundo grau.

Esses participantes também informaram também que tiveram contato com as propriedades da radiação e com o cálculo de potência de um número fracionário, que possuem relação com funções exponenciais.

Por outro lado, 2(10%) participantes responderam que nunca tiveram contato com esse conteúdo. O quadro 6 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 6: *Você já teve contato com o conteúdo de função?*

Respostas	Participantes	Porcentagem
Funções do primeiro e segundo grau	9	45%
Calcular potência com número fracionário	1	5%
Propriedades de radiciação	1	5%
Não tiveram contato com funções	2	10%
Ausentes	7	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A sexta questão: *Em sua opinião você utiliza nas suas atividades diárias o que é ensinado nas aulas de matemática? Se você acha que sim, dê pelo menos um exemplo e explique. Se não, explique*, estava relacionada com aplicabilidade diária dos conteúdos ensinados nas aulas de matemática.

Essa análise mostra que 1(5%) participante não utiliza os conteúdos ensinados em sala de aula em sua vida cotidiana. Por exemplo, o participante *F8* se explicou que não os utiliza “porque eu uso o celular”. Por outro lado, 12(60%) participantes responderam sim para essa questão, sendo que dois não justificaram a sua resposta enquanto os demais a justificaram informando que a utilizam para “fazer contas”, para “pagar contas” e também nas “aulas de física”.

Com relação à utilização dos instrumentos tecnológicos nas salas de aula, as respostas dadas para a sétima questão: *Você já utilizou algum instrumento tecnológico nas aulas de matemática? Se sim, qual(is)? O que você achou?* mostram que 8(40%) participantes afirmaram nunca terem empregado instrumentos tecnológicos nas aulas de matemática enquanto 5(25%) afirmaram que utilizaram esses instrumentos anteriormente como, por exemplo, o telefone celular, o *smartphone*, a calculadora e o computador. Nesse sentido, a participante *F14* comentou que utilizou o “computador para fazer prova”.

Com relação ao acesso à Internet, a análise das respostas dadas para a questão 8: *Você possui acesso à internet em casa? E na escola? Se não, explique*, mostra que 11(55%) participantes afirmam que acessam a Internet em casa enquanto 2(10%) não possuem esse acesso. Por outro lado, 6(30%) participantes responderam que possuem acesso à Internet na escola enquanto 7(35%) não possuem.

Por exemplo, a participante *F4* afirmou que “não acesso a internet em casa e nem na escola porque não quero utilizar” enquanto o participante *M11* comentou que “não possuo acesso à internet em casa, mas eu acesso, às vezes, na escola.

Com relação à importância do acesso à internet e à frequência com que os participantes a acessam, a análise das respostas dadas para a questão 9: *Você considera que o acesso à internet é importante? Com que frequência você acessa a internet?* mostra que, com relação à

importância da Internet, 12(60%) participantes consideram o acesso à Internet relevante para a realização de atividades como pesquisas.

Por exemplo, para o participante *M3*, a Internet “é muito importante, pois dá para pesquisar várias coisas importantes quando tiver dificuldades”. Por outro lado, 1(5%) participante afirmou que a “internet é importante”, mas não justificou a sua resposta e também afirmou que “acesso quando posso”. Com relação à frequência de acesso à internet, o quadro 7 mostra a frequência de acesso à Internet dos participantes desse estudo.

Quadro 7: Frequência de acesso à internet

Acesso à Internet	Participantes	Porcentagem
Sempre, 24 horas por dia, diariamente ou todos os dias.	5	25%
Pouca frequência, quando posso, 2 ou 3 vezes por semana.	3	15%
Não responderam	5	25%
Ausentes	7	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Por exemplo, a participante *F2* comentou que “acessa [a Internet] 24 horas por dia”, o participante *M9* respondeu que esse acesso é realizado “Sempre”, a participante *F8* afirmou que acessa esse recurso com “pouca frequência”, a participante *F4* somente acessa a Internet “quando posso”.

Continuando com a análise dos dados, a questão 10: *Você possui telefone celular ou smartphone com acesso à internet? Para quais atividades você o utiliza? Explique*, as respostas dadas para essa questão que 1(5%) participante respondeu que não possui o telefone celular ou *smartphone* enquanto 12(50%) afirmaram que possuem. O quadro 8 mostra as respostas relacionadas com as atividades realizadas com o telefone celular ou o *smartphone*.

Quadro 8: Atividades realizadas com o telefone celular ou o *smartphone*

Atividades realizadas com o celular ou <i>smartphone</i>	Participantes	Porcentagem
Para ligar	01	5%
Rede Social	02	10%
Atividades escolares	04	20%
Pesquisas	01	5%
Estudar matemática e outras matérias	01	5%
Não justificaram	03	15%
Nenhuma	01	5%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Com relação à questão 11: *Você considera o telefone celular como algo fundamental ou como algo supérfluo em sua vida? Explique*, a análise das respostas dadas mostra que 1(5%) participante considera o telefone celular/ *smartphone* supérfluo enquanto 12(60%) participantes argumentaram que esse dispositivo móvel é fundamental para que os indivíduos possam se comunicar, por meio de ligações e envio de mensagens, para a família, amigos e outras pessoas e, também, para a realização de pesquisas e atividades escolares.

Por exemplo, o participante *M3* afirmou que “podemos nos comunicar com a família” enquanto o participante *M5* argumentou que o telefone celular é útil “quando precisamos saber alguma coisa”.

A análise das respostas dadas para a questão 12: *Qual a utilidade do telefone celular ou smartphone para sua vida cotidiana? Dê alguns exemplos*, mostra que 13(65%) participantes responderam essa questão justificando as suas respostas. O quadro 9 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 9: Utilidade do telefone celular e do *smartphone*

Respostas	Participantes	Porcentagem
Comunicação (ligar ou mandar mensagem)	04	20%
Olhar horas, despertador, tirar foto, jogar	02	10%
Fazer contas	05	25%
Acessar redes sociais	02	10%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As respostas dadas para a questão 13: *Você considera importante o uso do smartphone ou celular na realização de atividades de matemática? Como você o utiliza para a realização dessas atividades?* mostram que 2(10%) participantes não consideram a utilização do telefone celular e do *smartphone* durante a realização das atividades de matemática propostas em sala de aula enquanto que para 11(55%) participantes essa utilização é importante.

Por exemplo, a participante *F16* reforçou sobre a importância desses dispositivos móveis na realização das atividades matemática, contudo, comentou que “não utilizamos *smartphone* ou celular nas atividades de matemática”. O quadro 10 mostra as respostas dadas pelos participantes desse estudo para essa questão.

Quadro 10: Respostas dadas pelos participantes para a questão 13 do questionário inicial

Respostas	Participantes	Porcentagem
Calculadora	08	40%
Contas que eu não saiba	01	5%
Não é importante	02	10%
Não responderam	02	10%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Para a questão 14: *Para você a utilização excessiva do telefone celular ou do smartphone pode prejudicar o ensino e aprendizagem em matemática? Dê alguns exemplos*, a análise das respostas dadas mostra que 6(30%) participantes responderam que a utilização excessiva do telefone celular/ *smartphone* não prejudica o processo de ensino e aprendizagem em matemática. Por exemplo, o participante *M11* argumentou que o “uso da calculadora ajuda quando [o aluno] tiver dúvidas nas contas”.

Por outro lado, 3(15%) afirmaram que o excesso nessa utilização atrapalha esse processo. Por exemplo, o participante *M5* respondeu que “talvez na hora que o professor estiver passando alguma coisa no quadro o telefone nos distraia bastante”. Contudo, 3(15%) participantes tiveram dúvidas ao responder essa questão. Por exemplo, o participante *M5* respondeu “Sim e não” enquanto 1(5%) participante não a respondeu. O quadro 11 mostra as respostas dadas pelo participante para essa questão.

Quadro 11: Respostas dadas pelos participantes para a questão 14 do questionário inicial

Respostas	Participantes	Porcentagem
A utilização excessiva dos celulares não atrapalha o processo de ensino e aprendizagem em matemática.	06	30%
O excesso na utilização dos celulares atrapalha o processo de ensino e aprendizagem em matemática.	03	15%
Dúvidas ao responder a questão.	03	15%
Não responderam	01	5%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas para a questão 15: *Em sua opinião, a utilização de smartphones ou celulares em sala de aula de matemática é importante? E na escola? Explique*, mostra que a análise das respostas dadas mostra que 8(40%) participantes responderam “sim” para essa questão, justificando-as. Por exemplo, a participante *F2* respondeu que “ajuda a desenvolver

melhor nas aulas”. Por outro lado, 1(5%) participante respondeu “não” para essa questão, mas não a justificou a sua resposta.

Ressalta-se que 03 (15%) participantes responderam “mais ou menos” e “não muito”, mas não justificaram as suas respostas. O quadro 12 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 12: Respostas dadas para a questão 15 do questionário inicial

Justificativas	Participantes	Porcentagem
Para fazer alguma soma, contas e pesquisas	02	10%
Ajuda no raciocínio	01	5%
Pode tirar dúvidas. É fácil tirar dúvidas	04	20%
Ajuda a desenvolver melhor nas aulas	01	5%
Não justificaram	04	5%
Não respondeu	01	5%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As respostas dadas para a questão 16: *Você conhece o GeoGebra? Sabe para que serve?* mostram que 13(65%) participantes responderam que não conheciam e nem sabiam para que serve o *software GeoGebra*. Por exemplo, o participante *M5* reforçou essa resposta ao afirmar que “nunca ouvi falar”.

Finalizando a apresentação, a organização e a análise do questionário inicial e continuando com essa etapa analítica, a seguir, apresentam-se as codificações aberta e axial dos dados brutos coletados por meio das respostas dadas para o questionário inicial.

3.1.2. Codificação Aberta dos Dados Coletados no Questionário Inicial

A codificação aberta tem como principal objetivo identificar, nomear e codificar as informações importantes que foram obtidas dos dados brutos coletados no questionário inicial desse estudo.

Nesse sentido, a professora-pesquisadora e o seu orientador decidiram sobre a identificação dos códigos preliminares por meio da análise dos dados brutos que estavam relacionados aos objetivos dessa investigação.

O quadro 13 mostra os códigos preliminares que foram obtidos durante o processo de codificação aberta do questionário inicial.

Quadro 13: Códigos preliminares obtidos na codificação aberta do questionário inicial

Dados Brutos Coletados	Codificação Aberta (Códigos Preliminares)
<p>O telefone celular e o <i>smartphone</i> (1) são importantes (6) para que as pessoas possam calcular contas que elas não sabem (2). Utilizo o [celular ou <i>smartphone</i>] para fazer alguma soma (2). Para fazer contas (2) e somas de matemática (2). É importante [celular ou <i>smartphone</i>] (6) quando a gente quer saber algo que precisamos (3). Talvez eu precise [celular ou <i>smartphone</i>] para ver as horas (13) e para alarmes (13). Possuo acesso à internet em minha casa (10) e na escola não (10). Talvez na hora que o professor estiver passando alguma coisa no quadro (7) o telefone [celular] (1) nos distraia bastante (9). Utilizo a internet [celular ou <i>smartphone</i>] (10) para fazer atividades de matemática (14) e de outras matérias (14). Considero [celular ou <i>smartphone</i>] algo fundamental (6), pois ajuda em atividades matemáticas (14). Funções do 1º ($y = 3x - 21$) e do 2º grau ($y = x^2 + x - 12$) (7). Função exponencial (7). Já tive contato com o conteúdo de funções do 2º grau (7). A gente precisa acessar a internet (10) para algum trabalho (3). Utilizo [celular ou <i>smartphone</i>] no dia a dia (15) para acessar as redes sociais (12). Utilizo a calculadora (1) do celular (1) durante a realização das atividades de matemática (14). O uso excessivo (11) [celular ou <i>smartphone</i>] nas redes sociais (12) é prejudicial (9) [para os alunos]. A utilização [celular ou <i>smartphone</i>] ajuda (6) no raciocínio (16). Uso muito [celular ou <i>smartphone</i>] (11) para mandar mensagens (4) e ligar (4). Utilizo [celular ou <i>smartphone</i>] no cotidiano (15) para ligar (4), mandar mensagens (4) e tirar fotos (13). O uso [celular ou <i>smartphone</i>] é importante (6) durante a realização das atividades de matemática (14), para usar a calculadora (1). O uso da calculadora (1) do celular (1) ajuda (6) os alunos a tirar dúvidas (3) de contas (2). O uso excessivo do celular (11) atrapalha o desenvolvimento do aluno (9). O uso [celular ou <i>smartphone</i>] durante as aulas de matemática (14) não é muito importante (6). O uso [celular ou <i>smartphone</i>] é algo supérfluo (6). O celular é útil no dia a dia (15) para comunicação (4). O celular tem utilidade (6) nas aulas de matemática (14) por causa da calculadora (1). Sim, pode prejudicar o ensino e aprendizagem de matemática (9) porque tira um pouco da atenção do aluno (9). Utilizar o celular (1) durante as aulas de matemática (14) é importante (6) para tirar algumas dúvidas (3). O celular como instrumento tecnológico (1) nas aulas de matemática (14) ajuda muito (6). O acesso à internet é importante (10).</p>	<p>1) Recursos tecnológicos. (2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis. (3) Busca de informações. (4) Interação entre os indivíduos. (5) Realização de pesquisas. (6) Importância dos dispositivos móveis para a matemática. (7) Conteúdos matemáticos e funções. (8) Relação da matemática com cotidiano. (9) Dificulta o envolvimento dos alunos. (10) Mídia de comunicação. (11) Dependência dos dispositivos móveis. (12) Mídia social (13) Outras funções dos dispositivos móveis. (14) Utilidade nas aulas e atividades de matemática e de outras disciplinas. (15) Dispositivos móveis no cotidiano. (16) Auxilia no desenvolvimento dos alunos.</p>

Acesso a internet: 24 h por dia (10). Todos os dias (10). Sempre. 2 ou 3 vezes por semana (10). Diariamente (10). Com pouca frequência (10). Quando posso (10).

Às vezes preciso acessar a internet (10) para fazer alguma pesquisa (5). Utilizo a matemática no cotidiano (8) quando preciso pagar alguma coisa (8). Para pagar as contas (8).

Já utilizei a calculadora (1) nas aulas de matemática (14) como instrumento tecnológico (1).

Utilizo a internet (10) no celular (1) para fazer pesquisas (5).

O telefone [celular] (1) é fundamental (11), pois preciso me comunicar com outras pessoas (4).

O celular é necessário (6) na realização das atividades de matemática (14) para calcular alguma conta (2).

A utilização do celular (1) nas aulas de matemática e na escola é importante (6) para fazer contas (2) e pesquisas (5).

Acho fundamental o celular na matemática (6).

O celular é útil (6) na comunicação com familiares e amigos (4).

Acho importante (6) usar *smartphone* ou celular (1) nas atividades de matemáticas (14), mas nós não os usamos [em sala de aula] (2).

O uso do celular (1) ajuda o aluno a desenvolver melhor nas aulas (16).

O conteúdo ensinado nas aulas de matemática (7) não é necessário na minha vida (6), porque faço as contas (2) no celular (1).

O celular é algo fundamental em minha vida (11) porque ajuda bastante (6) quando preciso falar com a pessoa (4) é só ligar para ela (4), caso ela esteja longe (4).

Eu utilizo o celular para fazer ligações (4), mexer no Facebook (12) e jogar (13).

Acho que o uso excessivo (11) no celular (1) não prejudica no ensino e aprendizagem de matemática (9).

O uso do celular (5) nas aulas de matemática e na escola (14) é importante (6) para tirar algumas dúvidas (5).

Utilizo o celular no cotidiano (15) para jogar (13).

Jogar (13) excessivamente (11) no celular (1) pode prejudicar (9) a aprendizagem dos conteúdos de matemática (7).

Possuo acesso à internet em casa e na escola (10).

Uso o celular para mexer nas redes sociais (12) e para fazer as atividades escolares (2).

Uso o celular no cotidiano (15) para fazer algumas contas (2).

Uso o celular nas atividades de matemática (14) para fazer contas (2).

A utilização excessiva do celular (11) prejudica mais ou menos o aprendizado de matemática (9).

Utilizo o celular (1) quando preciso pagar algumas coisas (13).

O celular (1) me ajuda muito (6) durante as aulas de matemática (14).

Utilizo o telefone [celular] (1) para ligar (2), escutar músicas (13), fazer contas (2).

Acho que o uso excessivo (11) do telefone [celular] (1) atrapalha os estudos (9).

Uso o que aprendo em matemática nas aulas de física (14).

O acesso à internet (10) é importante para pesquisar as coisas (5) e fazer trabalho escolar (14).

Utilizo o acesso à internet (10) pelo telefone [celular] (1) para fazer trabalho escolar (14) e acessar as redes sociais (12).

O celular é fundamental (6), pois através dele podemos nos comunicar com a família (4).

<p>O uso do telefone [celular] (1) no cotidiano (15) é importante para olhar as horas (13) e para despertar (13).</p> <p>O uso excessivo (11) do celular (1) não prejudica o ensino e aprendizagem de matemática (9), pois pode melhorar muitas coisas no ensino (6).</p> <p>O acesso à internet (10) é muito importante (6), pois dá para pesquisar (5) várias coisas quando tiver dificuldade (3).</p> <p>Utilizo o celular (1) no meu cotidiano (15) para olhar as horas (13)</p> <p>O uso da calculadora (1) do celular (1) nas aulas de matemática é importante (11).</p> <p>Nunca nem ouvi falar (14) no <i>GeoGebra</i> (1).</p> <p>Não conheço (14) o <i>GeoGebra</i> (1).</p> <p>Eu utilizo [celular ou <i>smartphone</i>] para algum trabalho de escola (14).</p>	
---	--

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

É importante ressaltar que os códigos preliminares foram obtidos por meio de citações diretas (falas) dos participantes que foram transcritas durante o processo de codificação aberta desse estudo. Assim, o desenvolvimento de um processo indutivo e dinâmico possibilitou que a professora-pesquisadora decifrasse as mensagens contidas nesses códigos, que a auxiliaram na elaboração das categorias conceituais.

3.1.3. Codificação Axial dos Dados Coletados no Questionário Inicial

Nesse estudo, o principal objetivo da codificação axial foi o estabelecimento de categorias conceituais que possibilitaram o agrupamento das ideias, noções, elementos e expressões referentes aos conceitos obtidos por meio dos códigos preliminares que sintetizaram de maneira minuciosa as informações contidas nos dados brutos com relação à problemática desse estudo.

As categorias conceituais se relacionam com os conjuntos de dados que contém os códigos preliminares que foram reunidos por meio do agrupamento de codificações comuns que estabeleceram a elaboração das categorias.

O quadro 14 mostra a codificação axial dos códigos preliminares obtidos pelas respostas dadas às questões abertas do questionário inicial.

Quadro 14: Categorias conceituais obtidas na codificação axial do questionário inicial

Codificação Aberta (Códigos Preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
1) Recursos tecnológicos. 4) Interação entre os indivíduos 10) Mídia de Comunicação 12) Mídia social 13) Outras funções dos dispositivos móveis	Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social.
2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis. 6) Importância dos dispositivos móveis para a matemática. 7) Conteúdos matemáticos e funções. 9) Dificulta o envolvimento do aluno. 11) Dependência dos dispositivos móveis. 14) Utilidade nas aulas e atividades de matemática e outras disciplinas.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos).
3) Busca de informações. 5) Realização de pesquisas. 8) Relação da matemática com o cotidiano. 15) Dispositivos móveis no cotidiano. 16) Auxilia no desenvolvimento dos alunos.	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares.

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a elaboração das codificações aberta e axial relacionadas com o questionário inicial, apresenta-se a análise dos dados coletados no primeiro bloco de atividades denominado *Relembrando os Conceitos de Potenciação*.

3.2. Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Primeiro Bloco de Atividades: Relembrando os Conceitos de Potenciação

As atividades do primeiro bloco foram conduzidas, em sala de aula, no dia 26 de Outubro de 2017, durante o 4º e 5º horários, das 15h30m às 17h30m. Como a aula era após o intervalo, os alunos demoraram retornar para a sala. A sala estava organizada em quatro fileiras, mas havia alguns participantes sentados em duplas.

A professora-pesquisadora solicitou que os participantes se sentassem em duplas ou em trios para que realizassem a primeira atividade desse bloco, mas autorizou que escolhessem os seus companheiros de trabalho. Ressalta-se que três participantes preferiram realizar as atividades individualmente e participar das discussões propostas com os colegas de sala.

De acordo com as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostra que durante a realização das atividades desse bloco, a maioria dos participantes não demonstrou ter dúvidas sobre o conceito de potenciação, mas apresentou dificuldades para realizar as contas mental e manualmente.

Por exemplo, os participantes perguntaram fatos da tabuada de multiplicação enquanto outros utilizaram a calculadora do telefone celular ou do *smartphone* para realizarem as operações matemáticas necessárias para resolverem essas atividades. Essas anotações também mostram que, durante a resolução dessas atividades alguns participantes tiveram dificuldades na interpretação dos problemas envolvendo o conceito de potenciação.

Iniciando o processo analítico dos dados das atividades desse bloco, essa análise mostra que 17(85%) participantes estavam presentes e realizaram as tarefas propostas enquanto 3(15%) estavam ausentes das atividades escolares nesse dia.

A análise das respostas dadas para a primeira atividade: *Em um estacionamento há 4 automóveis, em cada automóvel há 4 rodas e em cada roda há 4 parafusos. Qual é o total de parafusos desses 4 automóveis?* mostra que 17(85%) participantes realizaram essa atividade, sendo que 14(70%) a responderam corretamente e 3(15%) a responderam erroneamente. O quadro 15 apresenta as respostas dadas pelos participantes para a atividade 1 desse bloco.

Quadro 15: Respostas dadas para a atividade 1 do bloco I

Respostas	Participantes	Porcentagem
16 parafusos	02	10%
64 parafusos	14	70%
128 parafusos	01	5%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise dessa atividade mostra que nenhum participante justificou a sua resposta ou mostrou a sua resolução, pois utilizaram a calculadora do *smartphone* ou do telefone celular para resolvê-la.

É importante ressaltar que, para a realização dessa atividade, a professora-pesquisadora optou pela utilização da calculadora desses dispositivos móveis pelos participantes, pois o foco dessa atividade era enfatizar e relembrar o conceito de potenciação, as suas propriedades e aplicação, estando desvinculado do desenvolvimento de cálculos numéricos necessários para a sua resolução.

Com relação à segunda atividade: *Em uma rua há duas casas e em cada casa há dois galinheiros. Em cada galinheiro há dois cercados, em cada há duas galinhas, e cada galinha tem dois pintinhos. Qual o total de pintinhos dessas casas?* A análise das respostas mostra que 16(80%) participantes responderam essa atividade, mas não justificaram o resultado obtido e que 1(5%) participante não a respondeu.

Dos 17 participantes presentes 7(35%) participantes responderam corretamente e 9(45%) participantes responderam errado. O quadro 16 mostra os resultados obtidos pelos participantes para a atividade 2 desse bloco.

Quadro 16: Respostas dadas para a atividade 2 desse bloco

Respostas	Frequência	Porcentagem
08 pintinhos	07	35%
10 e 16 pintinhos	02	10%
32 pintinhos	07	35%
Não respondeu	01	5%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Na atividade 3 foi solicitado que os participantes considerassem o seguinte poema:

Figura 5: Poema problema

*Com apenas oito laranjeiras
formei o meu pomar.
São grandes e formosas,
bonitas de se olhar.*

*Cada uma com oito galhos,
cada galho com oito ramos,
cada ramo com oito frutas.*

*Contando com paciência,
um número de frutas encontrarei,
e na forma de potência
eu o escreverei...*

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Em seguida, foi solicitado que respondessem as questões:

a) *É possível a representação da quantidade de frutas em forma de potência? Explique.*

A análise das respostas dadas mostra que 15(75%) participantes responderam esse item enquanto 2(10%) participantes não o responderam. O quadro 17 apresenta as respostas dadas para o item a da atividade 3.

Quadro 17: Respostas dadas para o item *a* da atividade 3 do bloco I

Respostas	Participantes	Porcentagem
É possível representar	13	65%
Não é possível representar	02	10%
Não responderam	02	10%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Por exemplo, o participante *M1*, afirmou que “é possível representar a quantidade de frutas em forma de potência porque repete o [número] oito várias vezes” enquanto o participante *M5* argumentou que não é possível “porque são muitos galhos”. No quadro 18 são apresentadas as justificativas dos participantes que afirmaram que é possível representar o problema através de potência.

Quadro 18: Justificativas dadas para representar o item *a* da atividade 3 do bloco I por meio de potência

Justificativa	Frequência	Porcentagem
Porque o [número] 8 repete várias vezes	07	35%
Justificaram apresentando as contas	05	25%
É só somar o número de frutas	01	5%
Não responderam	02	10%
Não é possível representar	02	10%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

b) Quantas laranjas existem no pomar? Mostre como você resolveu essa questão.

A análise das respostas mostra que 16(80%) participantes responderam esse item enquanto 1(5%) participante não o respondeu.

O quadro 19 apresenta as respostas dadas pelos participantes com relação às estratégias utilizadas para realizarem o cálculo que determina a quantidade de laranjas que existem nesse pomar.

Quadro 19: Respostas dadas para o item *b* da atividade 3 do bloco I

Respostas	Participantes	Porcentagem
$8 \times 8 \times 8 \times 8 = 4096$	05	25%
262.144, 4096, 8 e 24	07	35%
8 multiplicando como potência	03	15%

32 formando a quantidade de frutas	01	5%
Não responderam	01	5%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Continuando essa análise, as respostas dadas para a atividade 4: *Na segunda-feira 10 pessoas ficaram sabendo de uma fofoca. Na terça-feira cada uma contou a fofoca para outras 10, e estas, na quarta-feira, contaram para outras 10. Nenhuma dessas pessoas sabia da notícia antes*, mostra que 15(75%) participantes responderam os dois itens dessa questão enquanto 2(10%) não os responderam.

a) *Quantas pessoas ficaram sabendo da notícia na quarta-feira?*

As respostas dadas para esse item mostram que 1(5%) participante respondeu que 20 pessoas ficaram sabendo, 3(15%) participantes afirmaram que 30 pessoas ficaram sabendo e 11(55%) participantes comentaram que 10 pessoas ficaram sabendo dessa notícia.

b) *Até quarta-feira, quantas pessoas já sabiam da notícia?*

As respostas dadas para esse item mostram que 5(25%) participantes afirmaram que 10 pessoas sabiam, 2(10%) responderam que 20 pessoas sabiam, 7(35%) comentaram que 120 pessoas sabiam e 1(5%) participante comentou que 1000 pessoas sabiam dessa notícia.

Na atividade 5: *O filme Avatar nos conduz por um mundo espetacular além da imaginação, no qual um herói relutante embarca numa aventura épica, e acaba lutando para salvar o mundo alienígena que aprendeu a chamar de lar.*

Nessa primeira atividade aplicada é introduzido um problema por meio do filme *Avatar*. A censura desse filme *Avatar* é 14 anos e os participantes deveriam resolver uma expressão que determinava o valor de x , que é a idade de um amigo. Ao se resolver essa expressão pode-se descobrir se esse amigo poderia assistir ao filme respeitando a classificação indicativa do *Ministério da Justiça e Segurança Pública*.

A análise dessa atividade mostra que 11(55%) participantes responderam essa atividade enquanto 6(30%) não a responderam. De acordo com as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora durante a resolução dessa atividade observou-se que nenhum dos participantes presentes se recordou das regras para a resolução de expressões numéricas.

Dessa maneira 6(30%) participantes não resolverem essa atividade enquanto 3(15%) perguntaram para a professora-pesquisadora como resolvê-la, 6(30%) utilizaram a calculadora do celular ou do *smartphone* para calcular o resultado, 1(5%) participante colocou a mesma resposta que a sua colega enquanto 1(5%) participante anotou um resultado aleatório. O quadro 20 mostra as respostas dadas pelos participantes para atividade 5 do bloco I.

Quadro 20: Respostas dadas para a atividade 5 do bloco I

Respostas	Participantes	Porcentagem
12 anos	09	45%
16 e 4996 anos	02	10%
Não responderam	06	30%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dadas para a atividade 6: *Mariana tinha 7 bolsas. Em cada bolsa 7 estojos. Em cada estojo 7 canetas. Quantas canetas ela tinha no total?* mostra que 16(80%) participantes responderam essa atividade enquanto 1(5%) participante não a respondeu. O quadro 21 mostra as respostas dadas pelos participantes para atividade 6 do bloco I.

Quadro 21: Respostas dadas para a atividade 6 do bloco I

Respostas	Participantes	Porcentagem
10, 42 e 931 canetas	03	15%
49 canetas	06	30%
343 canetas	07	35%
Não respondeu	01	5%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Ressalta-se que, de acordo com as anotações do diário de campo da professora-pesquisadora, todos os participantes não registraram as contas que resolveram, pois realizaram esses cálculos na calculadora do telefone celular ou do *smartphone*.

Para a sétima atividade: *Em um programa de condicionamento físico, uma pessoa deve correr durante 6 dias. A cada dia deve percorrer uma distância igual ao dobro do dia anterior. Comecei o programa na segunda-feira correndo 100 m, quantos metros correrei em 7 dias?*, as respostas dadas mostram que 14(70%) participantes responderam essa atividade enquanto 3(15%) não a responderam. O quadro 22 mostra as respostas dadas pelos participantes para a atividade 7 do bloco I.

Quadro 22: Respostas dadas para a atividade 7 do bloco I

Respostas	Participantes	Porcentagem
29, 150, 1330 e 7000 metros	04	20%
700 metros	10	50%
Não responderam	03	15%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dadas para a atividade 8: *Pedro recebeu um e-mail com uma mensagem de amizade. No 1º dia, ele enviou esse e-mail para 4 pessoas. Essas 4 pessoas leram no 2º dia e enviaram para mais 4 pessoas e assim sucessivamente. Quantas pessoas leram o e-mail no 4º dia considerando que todas as pessoas fizeram os procedimentos acima?* mostra que 10(50%) participantes responderam essa atividade embora não tenham registrado a sua resolução e dentre eles 6(30%) participantes acertaram enquanto 7(35%) participantes não responderam. O quadro 23 mostra as respostas dadas pelos participantes para a atividade 8 do bloco I.

Quadro 23: Respostas dadas para a atividade 8 do bloco I

Respostas	Participantes	Porcentagem
5, 9, 20 e 32 pessoas	04	20%
256 pessoas	06	30%
Não responderam	07	35%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A atividade 9 de múltipla escolha estabelecia que: *Um gato come 5 ratos por dia. Quantos ratos 5 gatos comem em 5 dias?* a) 15 b) 25 c) 125 d) 625. A análise das respostas dadas mostra que 16(80%) participantes marcaram uma das alternativas enquanto 1(5%) participante não respondeu essa atividade. Entre os alunos que responderam 6(30%) participantes marcaram a questão correta e 10 erraram. O quadro 24 apresenta as alternativas marcadas pelos participantes para a atividade 9 do bloco I.

Quadro 24: Alternativa marcada pelos participantes para a atividade 9 do bloco I

Alternativa	Participantes	Porcentagem
Letra a	00	0,0%
Letra b	10	50%
Letra c	06	30%

Letra d	00	0,0%
Não respondeu	01	5%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A última atividade de múltipla escolha enunciava que: *Manuel deu, a cada um dos seus 7 amigos, 7 pacotes de 7 figurinhas cada. Quantas figurinhas ele deu, no total?* a) 21 b) 14... c) 49 d) 343. A análise das respostas dadas mostra que 14(70%) participantes responderam essa atividade marcando uma única alternativa, 1(5%) participante marcou duas alternativas enquanto 2(10%) participantes não responderam essa atividade. O quadro 25 mostra as respostas dadas pelos participantes para a atividade 10 do bloco I.

Quadro 25: respostas dadas pelos participantes para a atividade 10 do bloco I

Alternativa	Participantes	Porcentagem
Letra a	03	15%
Letra b	00	00%
Letra c	05	25%
Letra d	06	30%
Marcaram duas alternativas	01	5%
Não responderam	02	10%
Ausentes	03	15%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Ao final da aplicação das atividades do bloco I, a professora-pesquisadora solicitou para os participantes que quando estivessem em casa baixassem em seus telefones celulares ou *smartphones*, desde que fosse android, o aplicativo do *software GeoGebra*.

A professora-pesquisadora também combinou com os participantes que para aqueles que, por algum motivo, não conseguissem baixar esse aplicativo, posteriormente iriam rotear a internet do próprio celular no dia em que se iniciasse o desenvolvimento do segundo bloco de atividades, mas antes da realização das atividades propostas para sala de aula.

3.2.1. Codificação Aberta dos Dados Coletados no Primeiro Bloco de Atividades: Relembrando os Conceitos de Potenciação

O quadro 26 mostra a codificação aberta com relação à análise dos dados qualitativos referentes à realização do Bloco de Atividades I ocorrido no dia 26 de Outubro de 2017 durante o decorrer dos horários 4º e 5º.

Quadro 26: Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das atividades do bloco I

Dados Brutos Coletados	Codificação Aberta (Códigos Preliminares)
<p>É só somar o número de frutas (2). Formando a quantidade de frutas (2). 8 multiplicando como potência (7). Não [é possível representar] porque são muitos galhos (7). É possível representar a quantidade de frutas em forma de potências (7), porque eu repeti o [número] oito várias vezes (2). $8 \times 8 \times 8 \times 8 = 4096$ (2). Não é possível representar a quantidade de frutas em forma de potências (7). Sim, porque o [número] oito é repetido várias vezes (2).</p>	<p>(2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis (7) Conteúdos matemáticos e funções.</p>

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a finalização a determinação dos códigos preliminares no processo de codificação aberta, a professora-pesquisadora procedeu com a codificação axial para determinação das categorias conceituais.

3.2.2. Codificação Axial dos Dados Coletados no Primeiro Bloco de Atividades Relembrando os Conceitos de Potenciação

O quadro 27 mostra a codificação axial com relação à análise dos códigos preliminares obtidos na codificação aberta referentes às atividades realizadas no Bloco de Atividades I.

Quadro 27: Categorias conceituais obtidas na codificação axial do questionário inicial

Codificação Aberta (Códigos Preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
<p>2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis. 7) Conteúdos matemáticos e funções.</p>	<p>Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos para o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos).</p>

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a elaboração das codificações aberta e axial relacionadas com as atividades do bloco, apresenta-se a análise dos dados coletados no segundo bloco de atividades denominado: *Intuicionando: Entendendo Funções Exponenciais*.

3.3 Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Segundo Bloco de Atividades: Intuicionando: Entendendo Funções Exponenciais

As atividades do segundo bloco foram conduzidas, em sala de aula, no dia 30 de Outubro de 2017, durante o 3º horário, das 14h40m às 15h30m. A professora-pesquisadora solicitou que os participantes, que estavam sentados em dupla, que se direcionassem para os seus respectivos lugares para que iniciassem o trabalho com as atividades do segundo bloco do registro documental.

Ressalta-se que 14(70%) participantes estavam presentes enquanto 6(30%) estavam ausentes das atividades escolares nesse dia, pois eram estudantes de zona rural que dependiam do transporte escolar para se locomoverem até a escola. Assim, nesse dia, o ônibus apresentou problemas mecânicos e não pode buscá-los.

Iniciando o processo analítico dos dados das atividades desse bloco, essa análise mostra que dos 14(70%) participantes presentes, 10(50%) concluíram o segundo bloco de atividades enquanto 4(20%) participantes, apesar da insistência da professora-pesquisadora, não realizaram essa tarefa.

Por exemplo, o participante *M17* alegou que “há muitos textos na atividade que nem parece uma atividade de matemática” enquanto a participante *F16* comentou que esse bloco de atividades “era muito chato”. Continuando, o participante *M19* afirmou que a “atividade estava muito difícil”, mas ao ser questionado pela professora-pesquisadora, constatou-se que as questões propostas não haviam sido lidas.

Por outro lado, o participante *M11* retornou a folha de atividades em branco sem a assinatura de seu nome e questionou a professora-pesquisadora sobre “quando começam as atividades envolvendo o celular” e, enquanto isso, conversava em seu *WhatsApp*. A professora-pesquisadora explicou para os participantes que na realização do próximo bloco de atividades haveria a utilização do GeoGebra nas atividades propostas em sala de aula.

Em seguida, a professora-pesquisadora argumentou com os participantes que a leitura de textos é necessária para o entendimento das situações-problema propostas e ressaltou a sua importância como uma ferramenta educacional a compreensão dos problemas enfrentados no cotidiano.

Posteriormente, a professora-pesquisadora também comentou sobre a necessidade na realização de avaliações, como, por exemplo, o *Exame Nacional do Ensino Médio* (ENEM)

que, atualmente, é considerado como o principal método de ingresso nas instituições públicas de nível superior.

A professora-pesquisadora reafirmou que, nesse exame, a leitura e a interpretação de textos são ações *chaves* para a realização de uma boa prova do ENEM, haja vista que esse exame avalia, principalmente, a capacidade dos alunos na interpretação e contextualização de problemas vivenciados no cotidiano.

Contudo, as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que os participantes continuavam insatisfeitos e desanimados. É importante ressaltar que os participantes que realizaram a atividade proposta também reclamaram muito e ficaram aliviados com o término do horário da aula de matemática.

Nesse sentido, para tentar reverter essa situação, a professora-pesquisadora argumentou com os participantes sobre a importância da leitura e da interpretação de textos, sendo que leu cada questão, em conjunto com os participantes, com a intenção de envolvê-los em uma discussão sobre o método de resolução das situações-problema propostas.

Desse modo, é necessário enfatizar que diferentes aspectos direcionaram os participantes desse estudo a ficarem desanimados e insatisfeitos com a realização de atividades matemáticas que envolviam a leitura de seus enunciados.

Assim, a partir da observação realizada em sala de aula, bem como dos comentários proferidos pelos participantes durante a realização dessas atividades, a professora-pesquisadora anotou em seu diário de campo que alguns aspectos podem influenciar a desmotivação dos participantes, como, por exemplo:

- a falta de hábito de leitura, pois a maioria dos participantes afirmou que somente leem quando são obrigados pelos professores ou pelos pais. Por exemplo, o participante *M11* comentou que “não leio nem quando sou obrigado e quando preciso ler algum livro para uma atividade na escola só procuro o resumo na internet”.
- a falta de valorização da leitura em casa, pois ao serem questionados se os pais tinham o hábito de leitura, a maioria dos participantes afirmaram que não, pois os pais trabalhavam o dia todo e quando chegam em casa estão muito cansados e preferem assistir televisão. Contudo, a participante *F18* afirmou que a “minha mãe de vez em quando lê a Bíblia”.
- a influência da televisão, pois alguns participantes afirmaram que quando chegam em casa auxiliam os pais na realização das tarefas domésticas. Ressalta-

se que todos os participantes afirmaram que consultam o telefone celular e/ou o *smartphone* enquanto assistem aos programas de televisão.

- o dinamismo e a modernidade da Internet na vida contemporânea possibilita a busca por informações mais rápidas e acessíveis. Por exemplo, o participante *M11* argumentou que “isso [a utilização da Internet] leva muitos alunos a pensar que ler é perda de tempo”.

Nesse sentido, Sanchez (2004) argumenta que a motivação para a leitura supõe a superação de dois desafios importantes: o primeiro consiste na aquisição de habilidades que possibilitam aos alunos o reconhecimento e o entendimento do significado das palavras enquanto o segundo refere-se à compreensão de textos, que consiste na utilização de habilidades para o desenvolvimento da comunicação com os demais indivíduos.

Diante desse contexto, a análise das respostas dadas para a primeira questão denominada de *O Caso do Vampiro: Sabe-se que o vampiro, uma vez por semana, tem que sugar o sangue humano e que a pessoa humana atacada pelo vampiro também se torna um vampiro. Prove que não existe vampiro*, mostra que 10(50%) participantes responderam essa questão enquanto 4(20%) não a responderam.

Contudo, os resultados obtidos não revelam com clareza quantos alunos acertaram ou erraram essa questão, pois a resposta dada dependeria do entendimento e da interpretação de seu enunciado. No entanto, o objetivo dessa questão era explorar a criatividade dos participantes desse estudo ao respondê-la de acordo com a sua compreensão. O quadro 28 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 28: Respostas dadas pelos participantes para a atividade 1 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Se existisse um vampiro ele não iria sobreviver por muito tempo para sugar o sangue.	03	15%
Vampiro não existe isso é só uma lenda.	01	5%

Se existisse vampiro a maioria da população já tinha virado vampiro.	01	5%
A maioria da população acredita que essas histórias não passam de lendas.	03	15%
Isso é só lenda inventada, que nem o filme Drácula.	01	5%
Não existe mesmo porque é só uma lenda.	01	5%
Não responderam	04	20%
Ausentes	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Nesse sentido, é importante ressaltar também que o principal objetivo dessa atividade foi direcionar os participantes desse estudo para a exploração intuitiva do conceito de função exponencial por meio da resolução das situações-problema apresentadas em sala de aula.

Com relação à segunda questão, que foi apresentada como um caso de reprodução: *Uma determinada espécie de alga se reproduz, dividindo-se em 2 a cada dia. Assim, no primeiro dia temos 1, no segundo dia temos 2, no terceiro temos 4, no quarto dia temos 8, e assim por diante. Se começando por uma dessas algas, um lago é totalmente coberto em 30 dias, quantos dias serão necessários para que as algas cubram metade do lago?* mostra que 10(50%) participantes realizaram essa atividade, contudo, todos a responderam erroneamente. Ressalta-se que 4(20%) não responderam essa questão.

As anotações registradas no diário de campo sobre as respostas dadas pelos participantes confirmam a observação da professora-pesquisadora com relação à insatisfação e ao desânimo com relação às atividades envolvendo a leitura e a interpretação de textos, pois a maioria dos participantes, além de reclamar da realização dessas atividades, estava disperso, ignorando a continuidade da resolução das tarefas propostas para conversar com os colegas ou consultar o telefone celular e/ou o *smartphone*. O quadro 29 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa atividade.

Quadro 29: Respostas dadas para a atividade 2 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
15 dias	07	35%
60 algas	03	15%
Não responderam	04	20%
Ausentes	06	30%

Total	20	100%
--------------	----	------

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Na questão 3, foi apresentada para os participantes uma situação-problema adaptada da Lenda sobre a *Origem do Jogo de Xadrez*, do livro: *O Homem que Calculava*, escrito por Malba Tahan.

Conta a lenda que um rei solicitou aos seus súditos que lhe inventassem um novo jogo, a fim de diminuir o seu tédio. O melhor jogo teria direito a realizar qualquer desejo. Um dos seus súditos inventou, então, o jogo de xadrez. O Rei ficou maravilhado com o jogo e viu-se obrigado a cumprir a sua promessa. Chamou, então, o inventor do jogo e disse que ele poderia pedir o que desejasse. O astuto inventor pediu então que as 64 casas do tabuleiro do jogo de xadrez fossem preenchidas com moedas de ouro, segundo a seguinte condição: na primeira casa seria colocada uma moeda e em cada casa seguinte seria colocado o dobro de moedas que havia na casa anterior e, assim, sucessivamente. O rei conseguiu pagar a recompensa para o inventor do jogo? Explique a sua resposta.

As respostas dadas para essa questão mostram que 8(40%) participantes a responderam enquanto 6(40%) não a responderam. O quadro 30 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa atividade.

Quadro 30: Respostas dadas para a atividade 3 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Sim, mas ele teria que jogar e ganhar todas as partidas.	05	25%
Sim. Porque ele tinha condições.	01	5%
Na minha opinião, ele não deu conta de pagar não.	02	10%
Não responderam.	06	30%
Ausentes.	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que a dificuldade na interpretação de texto prejudicou as respostas dadas para essa questão, pois os participantes responderam que o inventor receberia a recompensa do rei, mas teria que jogar e ganhar todas as partidas.

Contudo, o enunciado dessa questão afirmava que o rei realizaria o pagamento para o inventor caso um novo jogo fosse inventado, demonstrando, assim, dificuldade da maioria desses participantes na interpretação do enunciado dessa questão.

Nesse direcionamento, é necessário enfatizar que a interpretação desse tipo de texto requer que os participantes mobilizem um conjunto de processos cognitivos por meio dos quais a atenção seletiva tem um papel determinante na identificação de informações importantes (Sim-Sim, 2007).

Desse modo, de acordo com Salmazo (2005), a leitura das palavras, dos símbolos ou a leitura do mundo realiza-se, de maneira plena, quando o significado dos fenômenos que estão representados emerge pelo ato da interpretação.

Em seguida, os participantes trabalharam com a questão 4 denominada de *O Caso da Corrente*.

Numa determinada cidade de 60.000 habitantes, é instalada uma indústria que produz bicicletas. Para comemorar a inauguração, é lançada uma campanha promocional que permite que se adquira uma bicicleta pela quinta parte de seu preço, ou seja, com 80% de desconto. A promoção será realizada através de uma “corrente”, onde a pessoa só poderá participar se preencher uma carta de adesão de alguém que já faça parte da campanha. Estando participando da “corrente”, a pessoa deve arrumar cinco amigos interessados, para enviar as cartas, arrecadando de cada um, a quinta parte do preço da bicicleta e enviar para a indústria que promove a “corrente”. Deste modo, cada um dos cinco amigos que recebe a carta de adesão, deverá enviá-la para mais cinco, e assim por diante. Verifica-se que a indústria que promove a campanha recebe o valor total da bicicleta enquanto o participante recebe o seu prêmio. Para o início da campanha, a indústria distribui cem cartas de adesão e cada participante tem sete dias para vender as cinco parcelas da bicicleta. A continuidade da corrente é possível? Todas as cem pessoas conseguirão receber o prêmio? Explique o seu raciocínio e demonstre como chegou nessa conclusão.

A análise das respostas dadas para essa questão mostra que 3(15%) participantes a responderam enquanto 11(55%) não a responderam. É importante ressaltar que, de acordo com as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora, a maioria dos participantes desse estudo reclamou muito da leitura do texto dessa situação-problema. Por exemplo, a participante *F6* comentou que: “só de ler já dá preguiça”.

Nesse direcionamento, de acordo com Pavanello, Lopes e Araújo (2011), no trabalho escolar com a matemática, um dos tipos de texto utilizado está relacionado com o enunciado de problemas, que pode ser considerado como um gênero discursivo a ser

dominado pelos alunos. Nesse sentido, é importante que os alunos desenvolvam as habilidades necessárias que possibilitem a realização da leitura de um determinado enunciado matemático.

Assim, as dificuldades encontradas pelos alunos se relacionam com o fato de que, nesses textos, se combinam duas linguagens diferentes, as palavras e os símbolos matemáticos. Essas linguagens apresentam certas especificidades, demandando que os alunos desenvolvam estratégias específicas de leitura para a resolução das situações-problema propostas em sala de aula (PAVANELLO et al., 2011). O quadro 31 mostra as respostas dadas pelos participantes para questão 4 desse bloco de atividades.

Quadro 31: Respostas dadas para a atividade 4 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Sim, porque tem um tanto de habitantes.	03	15%
Não responderam.	11	55%
Ausentes.	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Na quinta questão: *Nessas situações-problema, qual é a relação existente entre o tempo e o espaço?*, as respostas dadas mostram que 3(15%) participantes responderam essa questão enquanto 11(55%) não a responderam. O quadro 32 mostra as respostas dadas pelos participantes para a questão 5 do bloco de atividades II.

Quadro 32: Respostas dadas para a atividade 5 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
O espaço continua o mesmo enquanto o tempo passa.	03	15%
Não responderam.	11	55%
Ausentes.	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dadas para as questões 6, 7 e 8, desse bloco de atividades, mostra que 2(10%) participantes responderam essas questões enquanto 12(60%) não as responderam.

As anotações registradas no diário de campo revelam que, apesar de a professora-pesquisadora ter lido e explicado as questões propostas, a maioria dos participantes afirmou que não entendeu o enunciado dessas situações-problema. Por exemplo, o quadro 33 mostra as respostas dadas para a questão 6: *Como essas situações-problema podem ser representadas graficamente?*

Quadro 33: Respostas dadas para a atividade 6 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Física e mecânica quântica.	01	5%
Através de mapas.	01	5%
Não responderam.	12	60%
Ausentes.	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

O quadro 34 mostra as respostas dadas para a questão 7: *Como essas situações-problema podem ser representadas matematicamente?*

Quadro 34: Respostas dadas para a atividade 7 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Através de gráficos.	01	5%
Fundamentos de sinais e sistemas.	01	5%
Não responderam.	12	60%
Ausentes.	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

O quadro 35 mostra as respostas dadas para a atividade 8: *É possível representar essas situações no software Geogebra? Como?*

Quadro 35: Respostas dadas para a atividade 8 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Sim, porque é um gráfico.	01	5%
Sim, só instalar ele você acha vários conteúdos.	01	5%
Não responderam.	12	60%
Ausentes.	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dadas para a questão 9: *Utilize o seu smartphone para encontrar, na internet, situações-problemas semelhantes às essas*, mostra que 3(15%) participantes a responderam enquanto 11(55%) participantes não a responderam. O quadro 36 mostra as respostas dadas para essa questão.

Quadro 36: Respostas dadas para a atividade 9 do segundo bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Eu não sei como procurar isso.	01	5%
Não gastarei meus dados móveis com isso.	01	5%
Não tenho internet.	01	5%
Não responderam.	11	55%

Ausentes.	06	30%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As anotações do diário de campo da professora-pesquisadora referente a realização da questão 10: *Amanhã, no trajeto da escola para a sua casa ou em outros ambientes, utilize o seu smartphone para tirar fotos ou realizar um vídeo de outras situações similares, trazendo-os para a sala de aula para posterior discussão*, mostra a dificuldade dos participantes desse estudo em identificar as situações cotidianas que envolvem a função exponencial e, conseqüentemente, o seu desinteresse para a realização das atividades propostas para esse bloco.

Essas anotações também mostram que nenhum participante providenciou os exemplos solicitados para o desenvolvimento dessa questão, apesar de que a professora-pesquisadora tenha instruído todos os participantes presentes sobre a realização dessa tarefa.

Contudo, é importante ressaltar que essa atividade não foi retomada posteriormente em virtude da indisponibilidade de tempo para a sua realização, pois os demais blocos deveriam ser aplicados de acordo com o cronograma proposto.

Por outro lado, ao conversar com a professora da turma, a professora-pesquisadora foi informada que esses participantes não tinham o hábito de realizar tarefas em casa e, por esse motivo, todas as atividades eram realizadas em sala de aula.

Para finalizar, após o término da fase analítica das atividades do segundo bloco, a professora-pesquisadora prosseguiu com a realização das codificações aberta e axial para as atividades desse bloco.

3.3.1 Codificação Aberta dos Dados Coletados no Segundo Bloco de Atividades: Entendendo Funções Exponenciais

O quadro 37 mostra a codificação aberta com relação à análise dos dados qualitativos referentes à realização do Bloco de Atividades II, ocorrido no dia 30 de Outubro de 2017, durante o decorrer do 3º horário.

Quadro 37: Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das atividades do segundo bloco

Dados Brutos Coletados	Codificação Aberta (Códigos Preliminares)
<p>Essa atividade era muito chata (9). Há muitos textos na atividade (9) que nem parece uma atividade de matemática (9). A atividade estava muito difícil (9). Quando começam as atividades envolvendo o celular? (11) Só de ler já dá preguiça (9). Se existisse um vampiro ele não iria sobreviver por muito tempo para sugar o sangue (17). Vampiro não existe isso é só uma lenda (17). Se existisse vampiro a maioria da população já tinha virado vampiro (17). A maioria da população acredita que essas histórias não passam de lendas (17). Isso é só lenda inventada, que nem o filme Drácula (17). 15 dias [sobre a reprodução das algas] (8). 60 algas [sobre a reprodução das algas] (8). Sim, mas ele teria que jogar e ganhar todas as partidas (8). Sim. Porque ele tinha condições [de ganhar] (8). Ele não deu conta de pagar (8). Sim, porque tem um tanto de habitantes (8). O espaço continua o mesmo enquanto o tempo passa (8). Física (14) e mecânica quântica (14). Através de mapas (14). Através de gráficos (7). Fundamentos de sinais e sistemas (7). Sim, é possível utilizar o GeoGebra (1). Porque é um gráfico (7). Sim, só instalar o GeoGebra (1), você acha vários conteúdos (5). Eu não sei como procurar isso (3). Não gastarei meus dados móveis com isso (11).</p>	<p>(1) Recursos tecnológicos (3) Busca de informações. (7) Conteúdos matemáticos e funções. (8) Relação da matemática com cotidiano. (9) Dificulta o envolvimento dos alunos. (11) Dependência dos dispositivos móveis. (14) Utilidade nas aulas e atividades de matemática e de outras disciplinas. (17) Funções e resultados fictícios.</p>

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a finalização da codificação aberta por meio da determinação dos códigos preliminares, a professora-pesquisadora procedeu com a codificação axial para a determinação das categorias conceituais.

3.3.2 Codificação Axial dos Dados Coletados no Segundo Bloco de Atividades: Entendendo Funções Exponenciais

O quadro 38 mostra a codificação axial com relação à análise dos códigos preliminares obtidos na codificação aberta referentes às atividades realizadas nas atividades do segundo bloco.

Quadro 38: Categorias conceituais obtidas na codificação axial das atividades do segundo bloco

Codificação Aberta (Códigos Preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
1) Recursos tecnológicos.	Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social.
7) Conteúdos matemáticos e funções. 9) Dificulta o envolvimento do aluno. 11) Dependência dos dispositivos móveis. 14) Utilidade nas aulas e atividades de matemática e outras disciplinas.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos para o desenvolvimento da matemática (potencialidades e obstáculos).
3) Busca de informações. 8) Relação da matemática com o cotidiano. 17) Funções e resultados fictícios.	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a elaboração das codificações aberta e axial relacionadas com as atividades do segundo bloco, apresenta-se a análise dos dados coletados no terceiro bloco de atividades denominado: *Mãos à Obra: Introdução a Função Exponencial*.

3.4. Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Terceiro Bloco de Atividades: Mãos à Obra: Introdução a Função Exponencial

As atividades do terceiro bloco foram conduzidas, em sala de aula, no dia 13 de Novembro, durante o 3º horário das 14h 40m às 15h30m e no dia 14 de Novembro de 2017, no decorrer do 5º horário, das 16h40m às 17h30m.

No primeiro dia, a sala de aula estava organizada em quatro fileiras e a professora-pesquisadora solicitou que os participantes se sentassem em duplas para que realizassem a terceira atividade desse bloco, mas autorizou que escolhessem os seus companheiros de trabalho. No segundo dia, quando a professora-pesquisadora chegou à sala de aula, os participantes estavam organizados com as suas respectivas duplas, pois estavam cientes de que terminariam a atividade que haviam iniciado na aula anterior.

O terceiro bloco de atividades tinha como objetivo apresentar o *GeoGebra* para que os participantes pudessem explorar os comandos, apresentar algumas situações-problema para a introdução das funções exponenciais, bem como a sua definição e, também, inferir sobre as suas características a partir dos gráficos construídos nesse *software*. Para que esses objetivos fossem alcançados foi solicitado para os participantes, na aula anterior, que baixassem e instalassem o aplicativo em seus celulares e *smartphones*.

Na aula do dia 13 de Novembro de 2017, havia 13(65%) participantes presentes na aula enquanto 7(35%) estavam ausentes das atividades escolares nesse dia. É importante ressaltar

que, nesse dia, havia 12(60%) participantes com o telefone celular/*smartphone*, 1(5%) participante não havia trazido o seu telefone para escola.

Contudo, dos participantes que portavam o seu telefone celular/*smartphone*, 3(15%) não haviam instalado o aplicativo GeoGebra em seu dispositivo móvel. No entanto, antes do início dessa atividade, a professora-pesquisadora roteou a internet de seu *smartphone* para que esse três alunos baixassem esse aplicativo para que pudessem realizar as atividades propostas em sala de aula.

Em seguida, a professora-pesquisadora verificou que cada participante portava um celular/*smartphone* e que, também, todos os participantes presentes tinham instalado esse aplicativo em seu dispositivo móvel e, assim, poderiam iniciar a realização das atividades propostas nesse bloco.

Então, para iniciar essa atividade foi apresentada a tela inicial do *GeoGebra*, sendo solicitado para os participantes que explorassem os comandos desse aplicativo. Ressalta-se que 8(40%) participantes dentre os 9(45%) que haviam baixado o aplicativo em casa, tiveram a curiosidade de verificar as funções desse *software*. Por outro lado, a participante *F18* comentou que havia instalado o *software*, “mas nem abri o programa”.

As anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que, na continuação da exploração desse aplicativo, 17(85%) participantes aprenderam como *plotar* gráficos em um mesmo sistema de coordenadas. Assim, nessa atividade exploratória foram apresentadas instruções do tipo *passo a passo* sobre como os gráficos seriam construídos.

Contudo, essas anotações também mostram que esses participantes demonstraram um desinteresse para a leitura das instruções e questionavam a professora-pesquisadora sobre os procedimentos para a utilização desse aplicativo. Em seguida, após explicações da professora-pesquisadora explicou sobre a construção de gráficos no *GeoGebra* e, em seguida, os participantes construíram os demais gráficos sem dificuldades.

Desse modo, a professora-pesquisadora explicou que: 1) Ao instalar o *GeoGebra*, um atalho seria criado na área de trabalho desse aplicativo e, para começar utilizá-lo, bastaria clicar sobre esse atalho, 2) Em seguida, solicitou que os participantes observassem a tela inicial do programa e explorassem as ferramentas para que pudessem saber como utilizá-las, para que servissem, experimento-as até que descobrissem como poderiam ser utilizados para a construção de gráficos, 3) Após esse período exploratório, a professora-pesquisadora também solicitou que os participantes *plotassem* os gráficos das funções $g(x)=(1,5)^x$, $q(x)=(0,2)^x$ e $r(x)=(0,7)^x$ no mesmo sistema de coordenadas do *GeoGebra*.

Assim, continuando com o processo analítico dos dados das atividades desse bloco, essa análise mostra que 13(65%) participantes estavam presentes e realizaram as tarefas propostas enquanto 7(35%) estavam ausentes das atividades escolares nesse dia.

Por exemplo, a análise da letra *a* da questão 4: *Observe todos os gráficos e as leis da função que o originaram. A seguir responda: a) Qual é a característica comum a todos os gráficos?* mostra que 13(65%) participantes realizaram essa atividade, sendo que todos a responderam corretamente, porém, de maneiras diferentes.

Uma anotação registrada no diário de campo mostra a carência de criticidade dos participantes na análise dos gráficos, pois não conseguiram responder esse item, indagando a professora-pesquisadora sobre as características comuns desses gráficos.

Desse modo, a professora-pesquisadora solicitou, novamente, que os participantes observassem os gráficos e anotassem as suas observações. Por exemplo, a participante *F6* argumentou que “todos se encontram num mesmo lugar”. O quadro 39 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa atividade.

Quadro 39: Respostas dadas para o item *a* da atividade 4 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Todos se encontram no eixo y no número 1. Eles se encontram sempre no ponto 1 y . Eles se encontram sempre no ponto 1. Eles se encontram sempre no mesmo lugar, no ponto 1.	11	55%
Todos encontram em um ponto.	02	10%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As respostas dadas para o item *b* dessa questão: *Qual é a característica comum aos gráficos das funções $f(x)$ e $g(x)$?* mostram que 13(65%) participantes realizaram essa atividade. Dentre os participantes que a responderam, 11(55%) a realizaram erroneamente. O quadro 40 mostra as respostas dadas pelos participantes para esse item.

Quadro 40: Respostas dadas para o item *b* da questão 4 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Todas estão descendo do mesmo lado.	02	10%
Todas estão crescendo do mesmo lado.	02	10%
As duas estão crescendo.	02	10%
Eles estão subindo.	02	10%
Elas são funções crescentes.	05	25%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Com relação ao item *c* dessa questão: *Observe a lei de formação das funções constantes $f(x)$ e $g(x)$ o que elas têm em comum, fora o expoente?*, a análise das respostas dadas que 13(65%) participantes realizaram essa atividade e que todos a responderam corretamente. O quadro 41 mostra as respostas dadas pelos participantes para esse item.

Quadro 41: Respostas dadas para o item *c* da questão 4 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
A base é maior que 1.	03	15%
As duas são maiores que 1. Elas são maiores que 1.	10	50%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Com relação ao item *d* dessa questão: *Qual é a característica comum aos gráficos das funções $q(x)$ e $r(x)$?*, a análise das respostas dadas mostra que 12(60%) participantes a responderam corretamente enquanto 1(5%) participante não a respondeu. O quadro 42 mostra as respostas dadas pelos participantes para esse item.

Quadro 42: Respostas dadas para o item *d* da questão 4 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
As duas estão diminuindo.	09	45%
Elas são decrescentes.	03	15%
Não responderam.	01	5%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dadas para o item *e* dessa questão: *Observe a lei de formação das funções constantes $q(x)$ e $r(x)$, o que elas têm em comum, fora o expoente?* mostra que 13(65%) participantes responderam esse item. Dentre esses participantes, 6(30%) responderam incorretamente, pois não observaram a lei de formação dessas funções, classificando-os como crescentes.

Por outro lado, 7(35%) participantes responderam esse item corretamente, porém de maneira incompleta, pois não observaram que essas funções não tinham bases negativas, sendo que somente atentaram que as suas bases eram menores que 1. O quadro 43 mostra as respostas dadas pelos participantes para esse item.

Quadro 43: Respostas dadas para o item *e* da questão 4 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Elas são funções crescentes.	06	30%

Que elas são menores que 1.	07	35%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Na questão 5 foi solicitado que os participantes elaborassem as suas conclusões de acordo com as respostas dadas anteriormente. A análise da letra a dessa questão: *O gráfico da função exponencial da forma $f(x) = a^x$ sempre passa pelo ponto ____,* mostra que 13(65%) participantes responderam esse item.

Desses participantes, 3(15%) responderam esse item corretamente enquanto 10(55%) o responderam incorretamente, pois se esqueceram que esse ponto deve ter coordenadas (x, y). Assim, esses participantes responderam que o gráfico da função exponencial passava pelo ponto 1, sem identificar quais eram as suas coordenadas. O quadro 44 mostra as respostas dadas pelos participantes para esse item.

Quadro 44: Respostas dadas para o item a da questão 5 do terceiro bloco

Respostas	Participantes	Porcentagem
Pelo ponto 1.	10	50%
Ponto (0,1).	03	15%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dada para o item b dessa questão: *A função exponencial da forma $f(x) = a^x$ é crescente quando ____,* mostra que 13(65%) participantes responderam esse item. Dentre esses participantes, 6(30%) responderam esse item corretamente enquanto 7(35%) o responderam erroneamente. O quadro 45 mostra as respostas dadas pelos participantes para esse item.

Quadro 45: Respostas dadas para o item b da questão 5 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
A base é maior que 1.	06	30%
A base é menor do que 1.	07	35%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As respostas dadas para o item c dessa questão: *A função exponencial da forma $f(x) = a^x$ é decrescente quando ____,* mostram que 13(65%) participantes responderam esse item. Dentre esses participantes, 5(25%) responderam esse item corretamente enquanto 8(40%)

participantes o responderam erroneamente. O quadro 46 mostra as respostas dadas pelos participantes para esse item.

Quadro 46: Respostas dadas para o item *c* da questão 5 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
A base é maior que 1.	08	40%
A base é menor do que 1.	05	25%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Continuando com essa análise, as respostas dadas para a questão 6: *Crie um exemplo de função exponencial decrescente e outro crescente. Construa seus gráficos usando o GeoGebra para verificar se os exemplos estão corretos*, mostra que 12(60%) participantes responderam esse item enquanto 1(5%) participante não o respondeu.

As anotações registradas no diário da professora-pesquisadora mostram que, apesar de que na questão 5, a maioria dos participantes tenham concluído as respostas erroneamente para identificar quando a função é crescente ou decrescente, todos os exemplos dados para essa questão estavam corretos.

Assim, os exemplos de funções crescentes tinham base maior do que 1 enquanto os exemplos de funções decrescentes tinham as bases positivas e menores que 1 e maiores que zero. O quadro 47 mostra alguns exemplos de funções crescentes e decrescentes dados pelos participantes desse estudo para esse item.

Quadro 47: Respostas dadas para a questão 6 do terceiro bloco de atividades

Exemplos de funções crescentes	Exemplos de funções decrescentes
$f(x) = 6^x$ $f(x) = 2^x$	$f(x) = (0,2)^x$ $f(x) = (0,75)^x$

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Dos participantes que responderam esse item, 10(50%) desenharam os gráficos de maneira correta, 2(10%) participantes não conseguiram desenhá-los corretamente enquanto 01(5%) participante não o respondeu. O quadro 48 mostra as respostas dadas para essa questão.

Quadro 48: Respostas dadas para a questão 6 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Desenharam os gráficos corretamente.	10	50%
Desenharam os gráficos erroneamente.	02	10%
Não respondeu.	01	05%

Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Na realização dessa atividade, os participantes utilizaram o *GeoGebra* baixado no celular/*smartphone* para verificar se as respostas dadas estavam corretas. Assim, a cada resposta dada, os participantes digitaram a função em seu aplicativo e observavam se os gráficos obtidos eram similares com aqueles estudados anteriormente.

A análise das respostas dadas para a atividade 7: *Observe o que acontece no gráfico da função quando o expoente passa a ser uma expressão como, por exemplo, $y = 3^{x+1}$. Para isso, construa o gráfico das funções $y = 3^{x+1}$ e $f(x) = 3^x$ num novo sistema de coordenadas, sempre observando as modificações que ocorrem em relação as funções. O que você observou?*, mostra que 13(65%) participantes responderam essa questão.

Essa análise também mostra que todos os participantes responderam essa questão corretamente, contudo, 2(10%) participantes foram mais precisos em suas respostas, pois observaram que ambas as funções eram crescentes, interceptaram o eixo y em diferentes pontos e, também, identificaram para quais valores essa intersecção acontecia.

Desse modo, esses participantes observaram que o gráfico dessas funções interceptava o eixo y no ponto 3. O quadro 49 apresenta as respostas dadas pelos participantes para a atividade 7 desse bloco.

Quadro 49: Respostas dadas para a questão 7 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Elas são crescentes só que em números diferentes.	11	55%
$f(x) = 3^x$ está passando no ponto 1 e $g(x) = 3^{x+1}$ passa no ponto 3.	02	10%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Assim, os participantes digitaram as funções solicitadas no *GeoGebra* baixado no celular/*smartphone* para que pudessem visualizar os gráficos e elaborarem as suas observações. Por exemplo, a participante *F6* comentou que “ambas as funções são crescentes” enquanto a sua colega de dupla.

A participante *F18* complementou o comentário anterior afirmando que as funções “crescem em números diferentes”, apontando nos gráficos os pontos de intersecção de cada

função com o eixo y. Por outro lado, a participante *F12* foi mais minuciosa em sua observação, pois comentou sobre o valor em que cada uma das funções interceptava o eixo y.

A análise das respostas dadas para a questão 8: *Em um novo sistema de coordenadas, verifique o que acontece quando somamos diferentes valores ao x: a) $f(x) = 2^x$ (esta é a mais simples), b) $g(x) = 2^{x+1}$, c) $h(x) = 2^{x+2}$, d) $q(x) = 2^{x+3}$. O que você observou?*, mostra que 13(65%) participantes responderam essa questão.

Essa análise também mostra que todos os participantes responderam essa questão corretamente embora alguns tenham sido mais precisos em suas respostas. O quadro 50 apresenta as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 50: Respostas dadas para a questão 8 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Que todas ficaram crescentes em números diferentes.	07	35%
Que todas elas ficam crescentes em números diferentes e que a soma x é aleatória.	03	15%
Elas todas são crescentes e está no ponto 1, 2, 4 e 8.	02	10%
Todas elas ficam crescentes tocando o eixo em diferentes pontos.	01	5%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Os participantes digitaram as funções solicitadas no *GeoGebra* baixado no celular/*smartphone* para que pudessem visualizar os gráficos e elaborarem as suas observações. Por exemplo, a participante *F18* observou que “todos esses gráficos como os da questão anterior que também cresciam em números diferentes”.

Ao ouvir esse comentário, o participante *M9* afirmou que as “todas essas funções ficam crescentes tocando o eixo em diferentes”. Nesse sentido, o participante *M17* argumentou que “todas essas funções ficam crescentes em números diferentes e que a soma x é aleatória”.

A análise das respostas dadas para a questão 9: *Em um novo sistema de coordenadas, verifique o que acontece quando subtraímos diferentes valores ao x: a) $f(x) = 2^x$ (esta é a mais simples), b) $g(x) = 2^{x-1}$, c) $h(x) = 2^{x-2}$, d) $q(x) = 2^{x-3}$. O que você observou?*, mostra que 13(65%) participantes responderam essa questão.

Dentre esses participantes, 11(55%) observaram que as funções estavam posicionadas em números diferentes, ou seja, que interceptavam o eixo y em diferentes lugares e que a abscissa x estava acompanhada de números negativos, porém responderam essa questão incorretamente, pois afirmaram que os gráficos eram decrescentes.

Por outro lado, 2(10%) participantes responderam corretamente que as funções eram crescentes. Por exemplo, o participante *M9* afirmou que “a função passa pelo ponto (0,5; 1)” enquanto a participante *F18* argumentou que a “função passa num ponto menor que (0,5)”. O quadro 51 apresenta as respostas dadas pelos participantes desse estudo para essa questão.

Quadro 51: Respostas dadas para a questão 9 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Que todos eles são decrescentes, estão posicionados em números diferentes e o x está acompanhado de números negativos.	11	55%
Estão crescendo no ponto (0,5; 1) e o outro num ponto menor que (0,5).	02	10%
Ausentes.	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Para a resolução dessa questão, os participantes digitaram as quatro funções solicitadas no *GeoGebra* baixado no telefone celular/*smartphone* para que, a partir de sua visualização e da comparação dos gráficos, pudessem elaborar as suas observações.

Nesse sentido, a análise das respostas dadas para essa questão também mostra que esses participantes haviam se acostumado com o manuseio do *GeoGebra*, pois rapidamente digitaram as funções e plotaram os gráficos no aplicativo. Por exemplo, quando o participante *M21* terminou de digitar as funções em seu telefone celular comentou que “elas [funções] eram todas iguais”.

Continuando com essa análise, as respostas dadas para a questão 10: *Em um novo sistema de coordenadas, verifique o que acontece quando multiplicamos x por diferentes valores: a) $f(x) = 2^{2x}$ (esta é a mais simples), b) $g(x) = 2^{3x}$, c) $h(x) = 2^{4x}$. O que você observou?*, mostra que 13(65%) participantes responderam essa questão de maneira incompleta. Desses participantes, 2(10%) destacaram que essas funções eram crescentes. O quadro 52 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 52: Respostas dadas para a questão 10 do terceiro bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
Que todos eles estão sendo multiplicados e se encontram no ponto 1.	08	40%
Todos números liga no ponto 1.	03	15%
Estão todos crescendo e no ponto 1.	02	10%
Não responderam	00	0%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Para a resolução dessa questão, os participantes digitaram as três funções solicitadas no *GeoGebra*, que foi baixado no telefone celular/*Smartphone* para, a partir da visualização e comparação dos gráficos, elaborassem as suas observações. Por exemplo, as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que todos os participantes notaram a diferença entre as funções propostas para as questões 10 e 9.

Nesse sentido, o participante *M3* comentou que “nessas funções aqui não tem o sinal de mais no expoente” enquanto todos os participantes também observaram que as funções interceptavam o eixo *y* no ponto 1, embora tenham expressado essa informação de maneiras diferentes.

Finalizando a análise do terceiro bloco de atividades, as respostas dadas para a questão 11: *Em um novo sistema de coordenadas construa as funções $f(x) = 5^x$, $g(x) = 5^{\frac{x}{2}}$ e $h(x) = 5^{\frac{x}{8}}$, compare-as e depois responda o que acontece com o gráfico da função quando dividimos a variável por um número natural diferentes de zero?*, mostra que 12(60%) participantes responderam essa questão enquanto 1(5%) participante não a respondeu.

Dentre os participantes que resolveram essa questão, 10(50%) a responderam corretamente embora de maneiras distintas, pois observaram diferentes características. O quadro 53 apresenta as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 53: Respostas dadas para a questão 11 do terceiro bloco

Respostas	Participantes	Porcentagem
Quanto maior o valor que vamos dividir o expoente mais longe ele está do eixo <i>y</i> .	03	15%
Todos se encontram no ponto 1.	07	35%
Com mais longe de <i>y</i> e mais longe ele fica	02	10%
Não responderam	01	5%
Ausentes	07	35%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Para a resolução dessa questão, os participantes digitaram as três funções solicitadas no *GeoGebra* baixado no telefone celular/*smartphone* e, a partir da visualização e comparação dos gráficos, puderam elaborar as suas observações. Assim, após digitar essas funções, 7(35%) participantes observaram que essas funções interceptavam o eixo *y* no ponto 1. Por exemplo, o participante *M17* comentou que “todas essas funções aqui passam no 1 de novo”.

As anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que os participantes estavam com dificuldades para observar o que acontecia com esses gráficos quando dividiam o expoente da função por um número natural diferente de zero.

Então, a professora-pesquisadora sugeriu que os participantes minimizassem a caixa de entrada do *GeoGebra* onde digitaram a lei de formação das funções para que pudessem observar na tela cheia o que acontecia com esses gráficos.

Por conseguinte, ao realizarem essa ação, esses participantes também observaram que algumas funções se afastavam do eixo y mais do que as outras.

3.4.1. Codificação Aberta dos Dados Coletados no Terceiro Bloco de Atividades: Mãos à obra: Introdução a Função Exponencial

O quadro 54 mostra a codificação aberta com relação à análise dos dados qualitativos referentes à realização do Bloco de Atividades III, ocorrido no dia 13 de Novembro de 2017, durante o 3º horário, das 14h 40m às 15h30m e, também, no dia 14 de Novembro de 2017, no decorrer do 5º horário, das 16h40m às 17h30m.

Quadro 54: Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das atividades do terceiro bloco

Dados Brutos Coletados	Codificação Aberta (Códigos Preliminares)
-------------------------------	--

<p>Mas nem abri o programa (9). Todos se encontram no eixo y no número 1 (7). Eles se encontram sempre no mesmo lugar, no ponto 1 (7). Todos encontram em um ponto (7). Todas estão descendo do mesmo lado (8). As duas estão crescendo (8). Eles estão subindo (8). Elas são funções crescentes (7). A base é maior que 1 (7). As duas [bases] são maiores que 1 (7). Elas [bases] são maiores que 1 (7). As duas estão diminuindo (8). Elas são decrescentes (7). Elas são funções crescentes (7). Que elas [bases] são menores que 1 (7). Pelo ponto 1 (7). Ponto (0,1) (7). A base é maior que 1 (7). A base é menor do que 1 (7). $f(x) = 6^x$, $f(x) = 2^x$, $f(x) = 0,2^x$, $f(x) = 0,75^x$ (7). Elas são crescentes só que em números diferentes (7). $f(x) = 3^x$ está passando no ponto 1 e $g(x) = 3^{x+1}$ passa no ponto 3 (7). Que todas ficaram crescentes em números diferentes (7). Que todas elas ficam crescentes em números diferentes e que a soma x é aleatória (7). Elas todas são crescentes e está no ponto 1,2,4 e 8 (7). Todas elas ficam crescentes tocando o eixo em diferentes pontos (7). Que todos eles são decrescentes (7), pois estão posicionados em números diferentes e o x está acompanhado de números negativos (7). Estão crescendo no ponto (0,5; 1), o outro num ponto menor que (0,5) (7). Que todos eles estão sendo multiplicados e se encontram no ponto 1 (7). Todos os números liga no ponto 1 (7). Estão todos crescendo e no ponto 1 (7). Quanto maior o valor (8) que vamos dividir o expoente mais longe ele está do eixo y (7). Todos se encontram no ponto 1 (7). Quanto mais longe de y, mais longe ele (gráfico) fica (7). Com as cores mais diferentes fica melhor de observar as características de cada gráfico (18). Esse exercício [no GeoGebra] foi bom, professora, se quiser pode dar mais assim (18).</p>	<p>(7) Conteúdos matemáticos e funções.</p> <p>(8) Relação da matemática com cotidiano.</p> <p>(9) Dificulta o envolvimento dos alunos.</p> <p>(18) Possibilita o envolvimento dos alunos.</p>
---	--

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a finalização da codificação aberta por meio da determinação dos códigos preliminares, a professora-pesquisadora procedeu com a codificação axial para a determinação das categorias conceituais.

3.4.2. Codificação Axial dos Dados Coletados no Terceiro Bloco de Atividades: Mãos à obra: Introdução a Função Exponencial

O quadro 55 mostra a codificação axial com relação à análise dos códigos preliminares obtidos na codificação aberta referentes às atividades realizadas nas atividades do Bloco III.

Quadro 55: Categorias conceituais obtidas na codificação axial do Bloco de Atividades III

Codificação Aberta (Códigos Preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
7) Conteúdos matemáticos e funções. 9) Dificulta o envolvimento do aluno. 18) Possibilita o envolvimento dos alunos.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos para o desenvolvimento da matemática (potencialidades e obstáculos).
8) Relação da matemática com o cotidiano.	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares

Após a elaboração das codificações aberta e axial relacionadas com as atividades do terceiro bloco, apresenta-se a análise dos dados coletados no quarto bloco de atividades denominado de: *Colocando em Prática Função Exponencial Contextualizada*.

3.5, Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Quarto Bloco de Atividades: Função Exponencial Contextualizada

As atividades do quarto bloco foram conduzidas, em sala de aula, no dia 20 de Novembro de 2017, durante o 3º horário, das 14h 40m às 15h30m e no dia 21 de Novembro de 2017, no decorrer do 5º horário, das 16h40m às 17h30m. Os alunos estavam organizados em seus lugares com as suas respectivas duplas, pois estavam cientes de que iriam realizar as atividades desse bloco.

O objetivo principal desse bloco de atividades foi propor atividades contextualizadas envolvendo conceitos de função exponencial, bem como discutir sobre as situações-problema propostas para que os participantes pudessem verificar se possuíam relação com o conteúdo matemático estudado em sala de aula. Por conseguinte, por meio da condução desse processo verificar se os participantes conseguiam perceber que essas situações estão relacionadas com as ideias, noções, relações e propriedades da função exponencial.

Esse bloco de atividades foi composto por seis situações-problema, sendo que algumas eram questões de vestibular. Assim, após a leitura e a interpretação dessas situações, os participantes exploraram a definição de função exponencial com a utilização do *GeoGebra* e a calculadora de seu celular para auxiliá-los nessas resoluções.

Desse modo, à medida que os participantes liam os problemas propostos e os interpretavam, debatiam com os componentes de sua dupla para realizar os cálculos utilizando a calculadora do telefone celular/*smartphone* e, em seguida, anotavam os procedimentos realizados e as conclusões obtidas.

Nos dois dias destinados à aplicação desse bloco de atividades, 16(80%) participantes estavam presentes enquanto 4(20%) estava ausentes das atividades escolares nesses dias. Os participantes estavam organizados em duplas, que possuíam celular/*smartphone*. Das duplas formadas, em 5 (cinco) delas, os dois componentes estavam cada um com um celular/*smartphone* enquanto nas outras 3 (três), havia apenas um celular/*smartphone* para a utilização de seus componentes.

As anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que os participantes mantiveram-se envolvidos e engajados na resolução das situações-problema propostas. Houve discussões interessantes entre os participantes e a professora-pesquisadora para verificar se o raciocínio para a resolução de cada questão estava correto.

Por exemplo, durante a realização da primeira questão, a participante *F6* calculou, manualmente, o valor que seria pago pelo cavalo em cada uma das opções propostas e, em seguida, verificou a sua conclusão a partir dos cálculos realizados na calculadora do telefone celular/*smartphone*.

Inicialmente, essa participante estava com dificuldades para calcular a potência utilizando a calculadora do telefone celular/*smartphone* e, dialogicamente, foi orientada pela professora-pesquisadora para procurar o acento circunflexo na calculadora desses dispositivos móveis, que significa um número elevado a uma determinada potência.

Desse modo, após realizar esses cálculos, a participante *F6* tentou encontrar uma função que satisfizesse os cálculos da 1ª opção, que deveria ser expresso por meio de uma função exponencial. Então, essa participante perguntou para a professora-pesquisadora: "Isso é uma função Exponencial né?". A professora respondeu: "Sim". Essa participante perguntou novamente: "E como fica essa função professora? Fica $f(x)=1000x$?". Em seguida, a professora-pesquisadora respondeu para essa participante "teste na função os valores, sendo que x é o número de dentes do cavalo e $f(x)$ o valor do cavalo".

Por conseguinte, após realizar esse teste a participante *F6* verificou que quando utilizava a inequação $x > 1$, o valor do cavalo não era igual ao que havia determinado e concluiu que a função estava errada. Depois essa participante comentou disse: "Se os valores estão dobrando,

então, tem que ter dois aqui. Mas e o 1000?". Assim, utilizou a seguinte função exponencial: “ $f(x) = 2^x \cdot 1.000$ ”.

Iniciando o processo analítico dos dados referentes às atividades propostas nesse bloco, a análise da primeira questão: *Qual das opções você escolheria como financeiramente a mais vantajosa para comprar um cavalo puro sangue, justifique sua escolha. 1ª OPÇÃO) R\$1.000,00 pelo primeiro dente, R\$2.000,00 pelo segundo, R\$ 4.000,00 pelo terceiro dente e assim por diante. 2ª OPÇÃO) R\$5.000,00 por cada dente*, mostra que os 16(80%) participantes realizaram essa questão.

Essa análise também mostra que 15(75%) participantes responderam essa questão corretamente ao afirmarem que a 2ª opção era a mais vantajosa apesar de que não terem realizado todos os cálculos corretamente enquanto 1(5%) participante realizou os cálculos de maneira errônea e, também, não indicou qual a opção seria a mais vantajosa.

É importante ressaltar que os participantes desse estudo resolveram as opções propostas nessa questão por meio de sua resolução na calculadora do telefone celular/*smartphone*, anotando os resultados obtidos em uma folha de exercícios providenciada pela professora-pesquisadora. O quadro 56 apresenta as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 56: Respostas dadas para a questão 1 do quarto bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
A opção 2 é mais econômica do que a opção 1 que o valor é 1 099 511 627 776 e a opção 2 sai por 200 000 [O valor da segunda opção considera que o cavalo tem 40 dentes).	03	15%
Eu escolheria a 2ª opção, pois sairia mais barato. [Os participantes utilizaram as fórmulas abaixo para a resolução dessas opções]. 1ª Opção: $2^{40} \times 1000 = 1,09951163E+15$ 2ª Opção: $40 \times 1000 = 40\ 000$	03	15%
1ª Opção: $2^{40} \times 1000 = 1,09951163E+15$ 2ª Opção: $40 \times 5000 = 200\ 000$ A segunda opção pelo fato de ser mais barata.	05	25%
1ª Opção: $2^x \cdot 1000 = 1,07150861+301$ 2ª Opção: $5000 \cdot x = 9,09494702+147$	01	5%
$f(x) = a^x$ $f(x) = 2^x \times 1000, x=0, x=1, x=2$ $2 \cdot 1000 = 1,07150861+301$ $40 \cdot 5000 = 200\ 000$ Eu escolheria a opção 5 000,00 por cada dente.	04	20%
Ausentes.	04	20%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

É importante ressaltar que, após a leitura dessa questão, a participante *F18* iniciou um diálogo com a professora-pesquisadora sobre a quantidade de dentes de um cavalo. O quadro 57 mostra um trecho desse diálogo.

Quadro 57: Trecho do diálogo entre a professora-pesquisadora e a participante *F18*

F18: Quantos dentes um cavalo tem?

Professora-pesquisadora: Porque você precisa dessa informação?

F18: A minha resposta depende dessa informação.

(A professora-pesquisadora ficou aguardando o argumento dessa participante sobre a necessidade dessa informação).

F18: Olha só professora, vamos supor que o cavalo tem três dentes, só supor, aí na primeira opção eu ia pagar R\$7.000,00 e na segunda opção eu ia pagar R\$15.000,00, ou seja, ia ser mais vantagem comprar na primeira opção. Mas se o cavalo tiver 6 dentes na primeira opção eu pago R\$ 63.000,00 e na segunda eu pago R\$30.000,00 e aí é mais vantagem.

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Então, a professora-pesquisadora motivou a participante *F18* para realizar uma pesquisa na Internet para obter essa informação. As anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que essa participante digitou no Google em seu telefone celular a seguinte pergunta: “Quantos dentes um cavalo tem?”.

Nessa pesquisa, a primeira informação obtida afirmava que “um cavalo adulto tem 40 dentes enquanto a fêmea tem 36”. Essa informação foi compartilhada com os demais participantes para que pudessem resolver essa situação-problema.

Por exemplo, a participante *F6* realizou novamente todos os cálculos até perceber que deveria existir alguma maneira mais fácil de efetuá-los. Então, essa participante calculou os valores das duas opções e utilizou o número de dentes do cavalo para determinar o valor da segunda opção.

Então, essa participante perguntou “como posso resolver esse problema?” e professora-pesquisadora respondeu “Você já tentou usar equação exponencial?”.

Nesse direcionamento, as participantes *F6* a *F18* que estavam resolvendo as atividades em dupla, começaram testar algumas funções exponenciais. Assim, para a primeira função testada: $f(x) = 1000^x$, essas participantes substituíram x por 1 e perceberam que esse número não satisfazia a função para $x > 1$.

Após concluírem que a solução obtida não estava correta, a participante *F16*, que estava trabalhando em dupla com a participante *F18*, comentou que “tem que ter dois aí em algum lugar porque todos os valores estão sendo multiplicados por dois, olha só, 1 vezes 2 é 2, 2 vezes 2 é 4, 4 vezes 2 é 8”. Assim, depois dessa observação, essas participantes testaram a função

$f(x)=2.1000^x$, pois observaram que os seus valores dobravam, contudo, perceberam que esses valores também não estavam corretos.

Então, em seguida, testaram a função $f(x)=2^x.1000$ e perceberam que a fórmula utilizada estava correta, pois ao substituir o x por zero ($x = 0$), o valor encontrado para o primeiro dente estava correto.

Por conseguinte, essas participantes utilizaram a calculadora do telefone celular/*smartphone* para calcular o valor de compra do cavalo para cada opção. Desse modo, para determinarem o valor a ser pago na 1ª opção, utilizaram 2^{40} e obtiveram o valor de 1 099 511 627 776, contudo, esqueceram de multiplicá-lo por 1000.

Por outro lado, como o valor inicial de x é zero, as participantes deveriam ter realizado o cálculo para $x=39$ ao invés de $x = 40$. Essas participantes concluíram que “A opção 2 é mais econômica do que a opção 1 que o valor é 1 099 511 627 776 e a opção 2 sai por 200 000”.

É importante ressaltar que as anotações registradas no diário de campo da professora pesquisadora mostram que os participantes desse estudo não tiveram dúvidas com relação à interpretação de seu enunciado, resolvendo essa atividade tranquilamente.

Na questão 2 desse bloco, foi apresentada a seguinte situação-problema para os participantes desse estudo:

Um pai resolve distribuir uma mesada para cada um dos dois filhos da seguinte forma: 1ª OPÇÃO) O filho mais novo receberá R\$1,00 no primeiro mês e dobra a quantia a cada mês em relação ao mês anterior; 2ª OPÇÃO) O filho mais velho receberá R\$150,00 por mês e com aumento da mesma quantia a cada mês, ou seja, mais R\$150,00 a cada mês; De acordo com essas condições qual o filho que receberá maior quantia após 12 meses? Justifique.

A análise das respostas dadas para essa questão mostra que 15(75%) participantes realizaram os cálculos parcialmente corretos e marcaram a opção correta enquanto 1(5%) participante não a respondeu.

É importante ressaltar que todos os participantes realizaram os cálculos com o auxílio da calculadora do telefone celular/*smartphone*, contudo, 4(20%) não souberam interpretar o significado de $E+23$ que aparecia no final de cada número encontrado. Consequentemente solicitaram o auxílio da professora-pesquisadora para que pudessem entender o resultado obtido.

Então, a professora-pesquisadora explicou que o formato científico mostra um determinado número em notação exponencial, pois substitui parte desse número pela expressão $E + n$, em que E , que é o expoente, multiplica o número precedente por 10 à potência n .

Por exemplo, um formato científico 2 decimais exibe o número 12345678901 como $1,23E + 10$, que significa *1,23 vezes 10 à potência 10*. O quadro 58 mostra as respostas dadas pelos participantes desse estudo para essa questão.

Quadro 58: Respostas dadas para a questão 2 do quarto bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
1ª Opção: $2^{12} \times 1 = 4096$ 2ª Opção: $12 \times 250 + 150x^{11} = 8,64975586E+23$ O filho mais velho receberá mais durante o mês do que o mais novo.	15	75%
Não respondeu.	01	5%
Ausentes	04	20%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Por outro lado, quando a participante *F16* leu essa questão, comentou que não iria finalizar essa tarefa. Então, a professora-pesquisadora perguntou o motivo para essa decisão e foi informada que essas atividades eram muito chatas. Assim, a professora-pesquisadora perguntou para essa participante: “Você percebeu o que essas atividades têm em comum com a segunda atividade que fizemos?”. A resposta dada foi: “Sim. Nas duas tem muitos textos para ler e interpretar”.

De acordo com as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora, a resposta dada por essa participante mostra a dificuldade da maioria dos participantes com a interpretação dos enunciados das atividades propostas em sala de aula. Contudo, essa participante auxiliou a sua parceira resolução dessa questão.

A análise das respostas dadas para a questão 3: *Na compra de uma moto, uma concessionária estava oferecendo as seguintes propostas aos clientes: 1ª OPÇÃO) O cliente levaria a moto para pagar em 15 meses com parcelas iniciando por R\$2,00 e dobrando esse valor mês a mês até o prazo final. 2ª OPÇÃO) O cliente efetuará os pagamentos mensais com parcelas fixas de R\$200,00. Em qual das opções de pagamento o cliente teria mais vantagens financeiras?*, mostra que 14(70%) participantes responderam essa questão enquanto 2(10%) não a responderam. O quadro 59 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 59: Respostas dadas para a questão 3 do quarto bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
1ª Opção: $2^{15} = 32\ 768$ 2ª Opção: $200 + 200 \cdot x^{15} = 3,27680000E+34$ Ele teria mais vantagens na 2ª opção.	06	30%
1ª Opção: $2^{15} = 32\ 768$ 2ª Opção: $200 + 200 \cdot x^{15} = 3,27680000E+34$	01	5%
1º $f(x) = 2^x - 1$ $f(x) = 2^2$	01	5%
1ª Opção: $2^{15} = 32\ 768$ 2ª Opção: $200 \times 15 = 3000$	06	30%
Não responderam.	02	10%
Ausentes	04	20%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Dentre os participantes que responderam essa questão, 6(30%) calcularam os resultados de maneira correta e afirmaram que a 2ª opção era a mais vantajosa enquanto 8(40%) resolveram essa situação-problema, registraram os cálculos realizados, porém, não indicaram a opção que consideraram como a mais vantajosa.

É importante ressaltar que os 6(30%) participantes que responderam corretamente sobre a opção mais vantajosa calcularam o valor a ser pago no décimo quinto mês, mas não determinaram o montante que deveria ser pago no final.

Esses participantes também não calcularam corretamente os valores da 2ª opção. Além disso, 6(30%) participantes calcularam corretamente o valor a ser pago no décimo quinto mês da 1ª opção e determinaram corretamente os valores da 2ª opção, mas não opinaram sobre qual seria a opção mais vantajosa. Por exemplo, a participante *F14* comentou que “ainda bem que podemos utilizar o celular para resolver esses problemas porque têm umas contas muito grandes”.

A análise das respostas dadas para a questão 4: (*PUC/MG - adaptada*): *O número de bactérias em um experimento duplica a cada meia hora. Se, inicialmente, existem 8 bactérias no experimento, ao fim de 6 horas o número de bactérias será: a) 2^6 b) 2^8 c) 2^9 d) 2^{12} e) 2^{15}* , mostra que 12(60%) participantes responderam essa questão e realizaram todos os cálculos enquanto 4(20%) não a resolveram. Dos participantes que resolveram essa situação-problema, apenas 2(10%) marcaram uma alternativa, embora, não fosse a correta.

Na resolução dessa questão, de acordo com as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora, ressalta-se que 12(60%) participantes não observaram que a questão era de múltipla escolha e resolveram cada alternativa disponibilizada. No entanto, as anotações registradas no diário de campo também mostram que os participantes identificaram

que situação-problema dada estava relacionada com uma função exponencial. O quadro 60 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 60: Respostas dadas para a questão 4 do quarto bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
a) $8 \times 2^6 = 512$ b) $8 \times 2^8 = 2048$ c) $8 \times 2^9 = 4096$ d) $8 \times 2^{12} = 32\ 768$ e) $8 \times 2^{15} = 262\ 144$	06	30%
a) $8 \times 2^6 = 515$ b) $8 \times 2^8 = 2048$ c) $8 \times 2^9 = 4096$ d) $8 \times 2^{12} = 32\ 468$ e) $8 \times 2^{15} = 262\ 144$	06	30%
Não responderam.	04	20%
Ausentes.	04	20%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As anotações do diário de campo da professora-pesquisadora revelam que os participantes definiram essa função e realizaram os cálculos, contudo, se esqueceram do fato de que a quantidade de bactérias duplicava a cada meia hora e que deveriam determinar a quantidade total ao final de seis horas. Isso revela a falta de atenção ao ler o enunciado ou a sua interpretação incorreta.

Continuando com essa análise, as respostas dadas para a questão 5: *Uma determinada máquina industrial se deprecia de tal forma que seu valor, t anos após a sua compra, é dado por $v(t) = v_0 \cdot 2^{-0,2t}$ em que v_0 é uma constante real. Se, após 10 anos, a máquina estiver valendo R\$ 12 000,00, determine o valor que ela foi comprada (Unit-SE)*, mostra que 6(30%) participantes não responderam essa questão enquanto 10(50%) tentaram respondê-la, mas não conseguiram desenvolvê-la corretamente. O quadro 61 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 61: Respostas dadas para a questão 5 do quarto bloco de atividades

Respostas	Participantes	Porcentagem
$12\ 000 = v_0 \times 2^{-0,2 \times 10}$	03	15%
$12\ 000 = v_0 \times 2 - 0,2 \times 10$	07	35%
Não responderam.	06	30%
Ausentes	04	20%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As anotações do diário de campo da professora-pesquisadora revelam que os participantes substituíram 12 000 pela variável correta na equação, mas apresentaram dificuldade para resolvê-la.

Por exemplo, o participante *M9* afirmou que “não sei nem por onde começar” enquanto o participante *M3* perguntou “Ô professora, como eu faço para resolver isso?”. Então, a professora-pesquisadora respondeu que esse participante deveria descobrir o valor de v_0 e que, para isso, deveria calcular primeiro o valor que estava ao lado de v_0 para depois dividir 12 000 pelo resultado obtido.

Finalizando, a análise das respostas dadas para a questão 6: *Suponha que, em 2003, o PIB (Produto Interno Bruto) de um país seja de 500 bilhões de dólares. Se o PIB crescer 3% ao ano, de forma cumulativa, qual será o PIB do país em 2023, dado em bilhões de dólares? Use $1,03^{20} = 1,80$* , mostra que 6(30%) participantes não responderam essa questão enquanto 10(50%) participantes tentaram respondê-la, embora não tenham finalizado as suas resoluções. O quadro 62 apresenta as respostas dadas pelos participantes para a questão 6 desse bloco.

Quadro 62: Respostas dadas para a questão 6 do bloco IV

Respostas	Participantes	Porcentagem
$500 + 500 \times 0,03^x = 515$	08	40%
$500 + 500 \times 0,03x = 515$	01	5%
513	01	5%
Não responderam.	06	30%
Ausentes.	04	20%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

As anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que, inicialmente, os alunos tiveram dificuldade com os cálculos relacionados com a porcentagem. Por exemplo, a participante *F2* perguntou a professora-pesquisadora “como eu calculo 3% de 500 bilhões”. Então, a professora-pesquisadora respondeu que “Você deve multiplicar esse valor por 3 e depois dividi-lo por 100 ou então multiplicar esse número por 0,03”.

Em seguida, a participante *F2* também perguntou para a professora-pesquisadora “aumenta sempre o mesmo valor professora?”. Então, a professora-pesquisadora solicitou que essa participante relese novamente a questão com muita atenção.

Assim, após o término da fase analítica das atividades do quarto bloco, a professora-pesquisadora prosseguiu com a realização das codificações aberta e axial.

3.5.1 Codificação Aberta dos Dados Coletados no Quarto Bloco de Atividades: Função Exponencial Contextualizada

O quadro 63 mostra a codificação aberta com relação à análise dos dados qualitativos referentes à realização do Bloco de Atividades IV, ocorrido no dia 20 de Novembro de 2017, durante o 3º horário, das 14h 40m às 15h30m e no dia 21 de Novembro de 2017, no decorrer do 5º horário, das 16h40m às 17h30m.

Quadro 63: Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das atividades do quarto bloco

Dados Brutos Coletados	Codificação Aberta (Códigos Preliminares)
<p>A opção 2 é mais econômica do que a opção 1 que o valor é de 1 099 511 627 776 (8) e a opção 2 sai por 200 000 (7). Escolheria a 2ª opção, pois sairia mais barato (8). 1ª Opção: $2^{40} \times 1000 = 1,09951163E+15$ (7). 2ª Opção: $40 \times 1000 = 40 000$ (7). 1ª Opção: $2^{40} \times 1000 = 1,09951163E+15$ (7). 2ª Opção: $40 \times 5000 = 200 000$ (7). A segunda opção pelo fato de ser mais parada (8). 1ª Opção: $2^x \cdot 1000 = 1,07150861 + 301$ (7). 2ª Opção: $5000x = 9,09494702 + 147$ (7). $f(x) = a^x$, $f(x) = 2^x \times 1000$, $x=0$, $x=1$, $x=2$. $2 \cdot 1000 = 1,07150861 + 301$ (7) e $40 \cdot 5000 = 200 000$ (7). Eu escolheria a opção 5 000,00 por cada dente (8). 1ª Opção: $2^{12} \times 1 = 4096$ (7). 2ª Opção: $12 \times 250 + 150x^{11} = 8,64975586E+23$ (7). O filho mais velho receberá mais durante o mês do que o mais novo. (8) 1ª Opção: $2^{15} = 32 768$ (7). 2ª Opção: $200 + 200x^{15} = 3,27680000E+34$ (7). Ele teria mais vantagens na 2ª opção (8). 1ª Opção: $2^{15} = 32 768$ (7). 2ª Opção: $200 + 200x^{15} = 3,27680000E+34$ (7). 1ª Opção: $f(x) = 2^x - 1$, $f(x) = 2^2$ (7). 1ª Opção: $2^{15} = 32 768$ (7). 2ª Opção: $200 \times 15 = 3000$ (7). a) $8 \times 2^6 = 512$, b) $8 \times 2^8 = 2048$, c) $8 \times 2^9 = 4096$, d) $8 \times 2^{12} = 32 768$, e) $8 \times 2^{15} = 262 144$ (7) a) $8 \times 2^6 = 515$, b) $8 \times 2^8 = 2048$, c) $8 \times 2^9 = 4096$, d) $8 \times 2^{12} = 32 468$, e) $8 \times 2^{15} = 262 144$ (7). $12 000 = v_0 \times 2^{-0,2 \times 10}$ (7). $12 000 = v_0 \times 2 - 0,2 \times 10$ (7). $500 + 500 \times 0,03^x = 515$ (7). $500 + 500 \times 0,03x = 515$ (7). 513 (7). Quantos dentes um cavalo tem? (8). Como posso resolver esse problema? (18). Você já tentou usar equação exponencial? (18). Tem que ter dois aí, em algum lugar (2), porque todos os valores estão sendo multiplicados por dois (2), olha só, 1 vezes 2 é 2, 2 vezes 2 é 4 e 4 vezes 2 é 8 (7). Você percebe o que essas atividades têm em comum? (18). As duas [atividades] têm muitos textos para ler e interpretar (9).</p>	<p>(2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis.</p> <p>(7) Conteúdos matemáticos e funções.</p> <p>(8) Relação da matemática com cotidiano.</p> <p>(18) Mediação dos professores</p>

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a finalização da codificação aberta por meio da determinação dos códigos preliminares, a professora-pesquisadora procedeu com a codificação axial para a determinação das categorias conceituais.

3.5.2 Codificação Axial dos Dados Coletados no Quarto Bloco de Atividades: Função Exponencial Contextualizada

O quadro 64 mostra a codificação axial com relação à análise dos códigos preliminares obtidos na codificação aberta referentes às atividades realizadas no quarto bloco.

Quadro 64: Categorias conceituais obtidas na codificação axial das atividades do quarto bloco

Codificação Aberta (Códigos Preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis. 7) Conteúdos matemáticos e funções.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos).
8) Relação da matemática com cotidiano. 18) Mediação dos professores	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares

Após a elaboração das codificações aberta e axial relacionadas com as atividades do terceiro bloco, apresenta-se a análise dos dados coletados no questionário final.

3.6 Apresentação e Análise dos Dados Coletados no Questionário Final

Esse tópico apresenta a análise dos dados brutos coletados no questionário final, realizado no dia 04 de Dezembro de 2017, durante o terceiro horário, das 14h40m às 15h30m.

O principal objetivo desse instrumento de coleta de dados foi verificar como os participantes perceberam as atividades propostas em sala de aula com relação ao *software GeoGebra* e à utilização dos dispositivos móveis como o telefone celular/*smartphone* para o entendimento dos conteúdos de funções exponenciais, bem como relacioná-los ao seu cotidiano.

Ressalta-se que 12(60%) participantes responderam às questões desse questionário enquanto 8(40%) estavam ausentes das atividades escolares nesse dia. É importante ressaltar que

os participantes ausentes não responderam esse questionário posteriormente devido a finalização da condução desse estudo.

Por exemplo, a análise da primeira questão: *Para você a utilização do smartphone ou do celular nas atividades matemáticas é importante? Explique*, mostra que os 12(60%) participantes presentes responderam essa questão, sendo que todos consideraram importante a utilização do telefone celular/*smartphone* nas atividades matemáticas propostas em sala de aula. O quadro 65 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 65: Respostas dadas para a questão 1 do questionário final

Respostas	Participantes	Porcentagem
Importante para aprender a calcular [representar] gráficos.	01	5%
Na hora de calcular algumas contas. Para resolver contas difíceis.	06	30%
Para [realizar] algumas atividades de pesquisa.	02	10%
Por que nos ajuda em [esclarecer] algumas dúvidas.	01	5%
Por que podemos tirar dúvidas e para fazer os cálculos das contas e gráficos das funções.	02	10%
Ausentes.	08	40%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise da segunda questão: *A utilização do smartphone ou do celular auxiliou você na realização das atividades propostas em sala de aula? Se sim, como? Se não, explique*, mostra 12(60%) participantes responderam a esta questão.

Desses participantes, 11 (55%) afirmaram que a utilização do *smartphone* e/ou celular e do *GeoGebra* os auxiliaram para a realização das tarefas e 1(5%) participante não concordou com essa asserção. O quadro 66 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 66: Respostas dadas para a questão 2 do questionário final

Respostas	Participantes	Porcentagem
Sim, podemos utilizar um aplicativo [<i>GeoGebra</i>] para nos mostrar como ficará o gráfico ou podemos usar a calculadora. Sim, nos gráficos. Sim, para ajudar com os gráficos.	05	25%
Sim, muitas vezes em outras aulas também me ajudou muito.	02	10%
Sim, nas contas e nas pesquisas sobre o assunto.	02	10%
Sim, a responder as contas.	01	5%
Ajuda com o aplicativo [<i>GeoGebra</i>] que foi desenvolvido.	01	5%
Não.	01	5%
Ausentes.	08	40%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise da terceira questão: *Você teve alguma dificuldade para utilizar o telefone celular ou o smartphone durante a realização das atividades propostas? Quais? Explique*, mostra que 12(60%) participantes responderam essa questão.

Dentre esses participantes, 3(15%) afirmaram que não tiveram dificuldade nessa utilização, 7(35%) comentaram que tiveram dificuldade para utilizar o telefone celular/*smartphone* para resolver as situações-problema propostas em sala de aula.

Similarmente, 2(10%) responderam que tiveram dificuldades, no entanto, a justificativa dada contradizia a resposta disponibilizada, pois entendia-se que não tiveram dificuldade na realização dessa atividade. O quadro 67 mostra as respostas dadas pelos participantes para a questão 3 desse questionário.

Quadro 67: Respostas dadas para a questão 3 do questionário final

Respostas	Participantes	Porcentagem
Dificuldades só na aula de matemática com aquele aplicativo de Geogebra. Sim, não soube usar o <i>app</i> . Por que o <i>app</i> travava por causa dos gráficos difíceis de fazer.	07	35%
Não. É fácil.	03	15%
Sim. Tipo o aplicativo <i>Geogebra</i> para ver as funções e como ficará o gráfico. Podemos usar a calculadora [telefone celular/ <i>smartphone</i>].	02	10%
Ausentes.	08	40%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Com relação à questão 4: *Você teve alguma dificuldade para utilizar o software GeoGebra durante a realização das atividades propostas? Quais? Explique*, a análise das respostas dadas mostra que 12(60%) participantes responderam essa questão. Dentre esses participantes, 8(40%) afirmaram que não tiveram dificuldade para utilizar, sendo que 5(25%) não justificaram a sua resposta.

Por outro lado, 1(5%) participante alegou que o seu telefone travava com a utilização do *software GeoGebra*, os participantes *M5* e *M9* argumentaram que “apesar da dificuldade para encontrar os símbolos no aplicativo, conseguimos fazer as atividades” enquanto o participante *M19* afirmou que “tive dificuldades para saber as contas”. O quadro 68 mostra as respostas dadas pelos participantes para a questão 4 desse questionário.

Quadro 68: Respostas dadas para a questão 4 do questionário final

Respostas	Participantes	Porcentagem
Sim, para saber fazer as contas.	01	5%
Sim, na hora de por símbolos, mas eu consegui.	02	10%
Sim, por que meu celular travava com o <i>GeoGebra</i> .	01	5%
Não, com a ajuda da professora eu aprendi muito no <i>Geogebra</i> .	02	10%
Não.	05	25%
Não, o aplicativo é simples e prático.	01	5%
Ausentes.	08	40%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dadas para a questão 5: *A utilização do telefone celular ou do smartphone auxiliou você no entendimento do conteúdo matemático de função exponencial? Dê alguns exemplos*, mostra que 11(55%) participantes responderam essa questão enquanto 1(5%) participante não a respondeu.

Dentre os participantes que responderam essa questão, 4(20%) forneceram exemplos de funções exponenciais, 5(25%) responderam que sim, mas não justificaram a sua respostas enquanto 3(15%) participantes responderam e justificaram a sua resposta.

Por exemplo, os participantes *M5* e *M9* responderam que “não muito, mas deu para ajudar em algumas coisas”. O quadro 69 mostra as respostas dadas pelos participantes para essa questão.

Quadro 69: Respostas dadas para a questão 5 do questionário final

Respostas	Participantes	Porcentagem
Não muito, mas deu para ajudar em algumas coisas.	02	10%
Sim, na realização das contas.	01	5%
Sim.	02	10%
Sim, como nas funções, também, no gráfico, mostrando como é o modelo do gráfico.	02	10%
$f(x) = 2^x - 1$. $f(x) = 4^x$	04	20%
Não responderam.	01	5%
Ausentes.	08	40%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

A análise das respostas dadas para a questão 6, a última do questionário final: *Explique como a utilização do software GeoGebra auxiliou você na resolução das atividades relacionadas com a função exponencial*, mostra que 9(45%) participantes responderam essa questão enquanto 3(15%) não a responderam.

Dentre os participantes que responderam essa questão, 3(15%) forneceram exemplos de aplicação de função exponencial que foram resolvidas com a utilização do aplicativo *GeoGebra*

enquanto 2(10%) participantes afirmaram que a utilização desse aplicativo não os auxiliaram na resolução das atividades propostas em sala de aula.

Por outro lado, para 4(20%) participantes, a utilização do *software GeoGebra* os auxiliaram com a realização de cálculos e esboço dos gráficos. O quadro 70 mostra as respostas dadas pelos participantes para a questão 6 desse questionário.

Quadro 70: Respostas dadas para a questão 6 do questionário final

Respostas	Participantes	Porcentagem
Ajudou a calcular os gráficos, que não davam para calcular na mente. Nos gráficos. Nos gráficos de matemática.	04	20%
Não.	02	10%
$f(x)=2^x \times 1000$, $x=0$, $x=1$, $x=2$, $2 \cdot 1000 = 1,07150861+301$, $40.5000 = 200\ 000$.	02	10%
$f(x) = 2^x$, $f(1) = 2^1 = 2$, $f(2) = 2^2 = 4$.	01	5%
Não responderam.	03	15%
Ausentes.	08	40%
Total	20	100%

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Assim, após o término da fase analítica das atividades do segundo bloco, a professora-pesquisadora prosseguiu com a realização das codificações aberta e axial.

3.6.1 Codificação Aberta dos Dados Coletados no Questionário Final

O quadro 71 mostra a codificação aberta com relação à análise dos dados qualitativos referentes ao questionário final aplicado no dia 04 de Dezembro de 2017, durante o terceiro horário, das 14h 40m às 15h30 m.

Quadro 71: Códigos preliminares obtidos na codificação aberta das respostas dadas para as questões do questionário final

Dados Brutos Coletados	Codificação Aberta (Códigos Preliminares)
<p>Apesar da dificuldade (9) para encontrar os símbolos no aplicativo (6), conseguimos fazer as atividades (16). Tive dificuldades (9) para saber as contas (2). Importante para aprender (6) a calcular gráficos (7). Na hora de calcular algumas contas (2). Para resolver contas difíceis (14). Para fazer algumas atividades de pesquisa (5). Por que nos ajuda em algumas dúvidas (3). Por que podemos tirar dúvidas (3), para fazer os cálculos das contas (2) e das funções (7). Sim, podemos utilizar um aplicativo (14) para nos mostrar (6) como ficará o gráfico (7) ou podemos usar a calculadora (2). Sim, nos gráficos (7). Sim, com a ajuda do <i>GeoGebra</i> nos gráficos (14). Sim, muitas vezes em outras aulas (14) também me ajudou muito (6). Sim, nas contas (2) e nas pesquisas sobre o assunto (5). Sim, a responder as contas (2). Ajuda com o aplicativo (2) <i>GeoGebra</i> (1) que foi desenvolvido (6) para auxiliar nas atividades propostas (14). Dificuldade só na aula de matemática (9) com aquele aplicativo (6) de Geogebra (1). Não soube usar o app (9). Por que o app travava (9) por causa dos gráficos (2) difíceis de fazer (9), Não é difícil (16). É fácil (16) [Sobre ter dificuldade para utilizar o smartphone nas atividades propostas]. Não tive dificuldades (16) [para utilizar o GeoGebra nas atividades propostas], pois com a ajuda da professora (18) eu aprendi muito no <i>Geogebra</i> (14). Não foi difícil (16) [utilizar o GeoGebra nas atividades propostas]. O aplicativo [<i>GeoGebra</i>] (1) é simples e prático (14). Não é muito difícil (16) [sobre utilização do smartphone e/ou celular para auxiliar no entendimento de função exponencial], mas deu para ajudar em algumas coisas (6). Sim, no entendimento de função exponencial (14), das funções e, também, do gráfico (7), mostrando como é o modelo do gráfico (6). $f(x) = 4^x$. $f(x) = 2^x - 1$ (7). Ajudou a calcular os gráficos (16) que não dá para calcular na mente (14). Nos gráficos de matemática (7). $f(x) = 2^x \cdot 1000$, $x=0$, $x=1$, $x=2$, $2 \cdot 1000 = 1,07150861 + 301$, $40 \cdot 5000 = 200 \ 000$. $f(x) = 2^x$, $f(1) = 2^1 = 2$, $f(2) = 2^2 = 4$ (7).</p>	<p>(1) Recursos tecnológicos.</p> <p>(2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis.</p> <p>(3) Busca de informações.</p> <p>(5) Realização de pesquisas.</p> <p>(6) Importância dos dispositivos móveis para a matemática.</p> <p>(7) Conteúdos matemáticos e funções.</p> <p>(9) Dificulta o envolvimento dos alunos.</p> <p>(14) Utilidade nas aulas e atividades de matemática e de outras disciplinas.</p> <p>(16) Auxiliar no desenvolvimento dos alunos.</p> <p>(18) Mediação dos professores</p>

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Após a finalização da codificação aberta por meio da determinação dos códigos preliminares, a professora-pesquisadora procedeu com a codificação axial para a determinação das categorias conceituais.

3.6.2 Codificação Axial dos Dados Coletados no Questionário Final

O quadro 72 mostra a codificação axial com relação à análise dos códigos preliminares obtidos na codificação aberta das respostas dadas para as questões do questionário final.

Quadro 72: Categorias conceituais obtidas na codificação axial do questionário final

Codificação Aberta (Códigos Preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
1) Recursos tecnológicos. 18) Mediação dos professores.	Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social.
2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis. 6) Importância dos dispositivos móveis para a matemática. 7) Conteúdos matemáticos e funções. 9) Dificulta o envolvimento dos alunos. 14) Utilidade nas aulas e atividades de matemática e de outras disciplinas.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos).
3) Busca de informações. 5) Realização de pesquisas. 16) Auxiliar no desenvolvimento dos alunos.	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares.

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

Com a análise do questionário final, a professora-pesquisadora encerrou a fase analítica dos dados brutos coletados no trabalho de campo desse estudo.

O próximo capítulo apresenta a fase interpretativa relacionada aos resultados obtidos nesse estudo, por meio da elaboração de categorias conceituais, que auxiliaram a professora-pesquisadora a compreender a problemática dessa pesquisa, bem como determinar a resposta para a questão de investigação.

CAPITULO IV

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DOS DADOS ATRAVÉS DAS CATEGORIAS CONCEITUAIS

Os pressupostos da *Teoria Fundamentada nos Dados* que foram adotados nas fases analítica e interpretativa desse estudo possibilitaram a busca de uma resposta para questão de investigação que pudesse identificar a problemática estudada, que estava relacionada com a utilização de uma prática pedagógica diferenciada para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais direcionada para alunos do 1º ano do Ensino Médio, que foram os participantes desse estudo..

Essa prática pedagógica também está fundamentada na utilização do *software GeoGebra*, bem como na *Teoria da Aprendizagem Móvel*, que está relacionada com a utilização de dispositivos móveis em sala de aula, como, por exemplo, o *smartphone*, que também podem ser utilizados como recursos pedagógicos para auxiliar os participantes desse estudo na compreensão de conteúdos matemáticos relacionados com funções exponenciais.

De acordo com esse contexto, a professora-pesquisadora formulou uma questão de investigação que possibilitasse uma exploração aprofundada do fenômeno estudado nessa investigação:

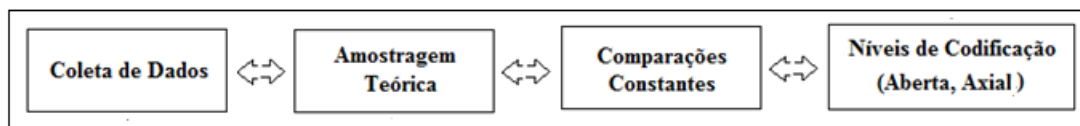
Quais são as possíveis potencialidades da utilização do software GeoGebra através do smartphone como recursos pedagógicos para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do Primeiro ano do Ensino Médio?

Nesse direcionamento, primeiramente, os dados brutos que foram coletados durante a condução do trabalho de campo desse estudo, foram definidos por meio da amostragem teórica. Em seguida, a professora-pesquisadora iniciou o processo de codificação desses dados com a utilização da codificação aberta, anotando as expressões e frases que possibilitaram a identificação dos códigos preliminares. Posteriormente, esses códigos foram organizados em categorias conceituais que foram abstraídas desses indicadores.

Em concordância com Cassiani (1994), esse procedimento possibilitou o desenvolvimento metodológico desse estudo vinculado à Teoria Fundamentada nos Dados, que possibilitou a transição da estrutura preliminar e descritiva para conceitual e, em seguida, para

o desenvolvimento de uma estruturação teórica. A figura 6 mostra um modelo simplificado do desenvolvimento da Teoria Fundamentada nos Dados que foi utilizada nesse estudo.

Figura 6: Modelo simplificado adaptado da metodologia da Teoria Fundamentada



Fonte: Elaborado pela professora-pesquisadora

Consequentemente, a professora-pesquisadora sintetizou, com o auxílio das codificações aberta e axial, as informações contidas nos dados coletados nos questionários inicial e final, nas atividades propostas nos quatro blocos do registro documental e nas observações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora.

Essa síntese possibilitou a elaboração de categorias conceituais que auxiliaram a professora-pesquisadora na interpretação dos resultados obtidos nesse estudo. O quadro 73 mostra as categorias conceituais obtidas a partir das codificações aberta e axial que foram elaboradas durante a condução do trabalho de campo desse estudo.

Quadro 73: Categorias conceituais obtidas por meio das codificações aberta e axial

Codificação Aberta (Códigos Preliminares)	Codificação Axial (Categorias Conceituais)
1) Recursos tecnológicos. 4) Interação entre os indivíduos. 10) Mídia de comunicação. 12) Mídia social 13) Outras funções dos dispositivos móveis. 18) Mediação dos professores	Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social.
2) Operações matemáticas mediadas por dispositivos móveis. 6) Importância dos dispositivos móveis para a matemática. 7) Conteúdos matemáticos e funções. 9) Dificulta o envolvimento do aluno. 11) Dependência dos dispositivos móveis. 14) Utilidade nas aulas e atividades de matemática e de outras disciplinas.	Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos).
3) Busca de informações. 5) Realização de pesquisas. 8) Relação da matemática com o cotidiano. 15) Dispositivos móveis no cotidiano. 16) Auxiliar no desenvolvimento dos alunos. 17) Funções e resultados fictícios.	Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares.

Fonte: Arquivo pessoal da professora-pesquisadora

É importante ressaltar que, no decorrer da fase analítica, a professora-pesquisadora analisou as informações, interpretando esses resultados com base nos dados que foram categorizados por meio das codificações aberta e axial e, também, com a utilização da revisão teórica de literatura para a determinação das categorias conceituais acompanhadas de suas respectivas interpretações.

4.1. Interpretação das Categorias Conceituais

A elaboração das categorias conceituais, que foram evidenciadas durante o processo analítico desse estudo, possibilitou o desenvolvimento da descrição de sua análise textual qualitativa. O principal objetivo dessa abordagem foi apresentar essas categorias para fundamentar e validar as suas descrições por meio das informações extraídas dos dados brutos presentes nos instrumentos de coleta utilizados durante a realização do trabalho de campo desse estudo.

Por conseguinte, de acordo com os procedimentos metodológicos descritos por Moraes (2003), nesse processo, foram incluídas a descrição de *falas* dos participantes, que foram criteriosamente selecionadas para propiciar uma compreensão detalhada da problemática analisada, possibilitando, assim, a interpretação dos resultados obtidos nesse estudo.

Dessa maneira, a professora-pesquisadora analisou as informações extraídas dos dados, que foram categorizados por meio da identificação dos códigos preliminares obtidos nas codificações e, também, com o auxílio das categorias conceituais que foram elaboradas durante o desenvolvimento do processo de codificação axial.

Esse contexto possibilitou, de acordo com o procedimento analítico baseado na Teoria Fundamentada nos Dados, a identificação 03 (três) categorias relacionadas com a problemática desse estudo:

- 1) Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social.
- 2) Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos).
- 3) Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares.

A seguir, apresenta-se a descrição de cada uma das categorias conceituais que foram determinadas por meio das codificações aberta e axial.

4.1.2. Dispositivos móveis como ferramentas para promover a interação social

Os resultados obtidos nesse estudo mostram que 12(60%) participantes afirmaram que os dispositivos móveis como os telefones celulares e *smartphones* são importantes para que os indivíduos possam se comunicar por meio de ligações, chamadas e envio de mensagens, para a família, amigos e outras pessoas e, também, para a realização de pesquisas e atividades escolares. Por exemplo, o participante *M5* argumentou que o telefone celular é útil “quando precisamos pesquisar alguma coisa ou nos comunicarmos com a família”.

Nesse contexto, as explicações da professora-pesquisadora e as discussões entre os componentes das duplas referentes aos conteúdos de funções exponenciais foram realizadas com a utilização dos dispositivos móveis para sanar as dúvidas que emergiram no decorrer desse processo, promovendo o processo interativo e colaborativo entre essa profissional e os participantes desse estudo.

Por exemplo, 14 (70%) participantes, dialogando em suas duplas, responderam que a utilização dos telefones celulares/*smartphones* auxilia no processo de ensino e aprendizagem em matemática. Por exemplo, o participante *M11* argumentou que o “uso da calculadora ajuda quando o aluno tiver dúvidas nas contas” enquanto a participante *F2* respondeu para a professora-pesquisadora que esses dispositivos “ajudam a desenvolver melhor as aulas”.

Desse modo, os diálogos desencadeados entre os participantes e a professora-pesquisadora foram essenciais para estabelecer a troca e a construção de conceitos sobre funções exponenciais com a utilização do *software GeoGebra*, que foi baixado nos telefones celulares/*smartphones*.

Nesse sentido, os 4 (quatro) blocos de atividades propostos foram elaboradas com a proposição de tarefas que possibilitaram a interação entre os participantes desse estudo, a professora-pesquisadora e o conteúdo de funções exponenciais por meio de uma relação dialógica que possibilitou o desenvolvimento desses conteúdos. Por exemplo, em sua resposta para a professora pesquisadora, a participante *F18* comentou que:

(...) vamos supor que o cavalo tem três dentes, aí na primeira opção eu ia pagar R\$7.000,00 e na segunda opção eu ia pagar R\$15.000,00, ou seja, ia ser mais vantagem comprar na primeira opção. Mas se o cavalo tiver 6 dentes na primeira opção eu pago R\$ 63.000,00 e na segunda eu pago R\$30.000,00 e aí é mais vantagem.

A interpretação dos resultados mostra que os participantes desse estudo atuaram ativamente no processo de ensino e aprendizagem em matemática por meio de uma ação

pedagógica que se estendeu além da repetição de procedimentos e da perpetuação de normas e regras tradicionais de aprendizagem, pois foram utilizados exemplos cotidianos para o trabalho docente realizado em sala de aula.

De acordo com Engle e Green (2011), os alunos acessam as informações referentes aos conteúdos matemáticos por meio de discussões interativas e colaborativas que são desencadeadas em sala de aula (ENGLE; GREEN, 2011) com a utilização de dispositivos móveis.

Assim, à medida que os participantes liam os problemas propostos e os interpretavam, debatiam com os componentes de sua dupla sobre a realização dos cálculos utilizando a calculadora do telefone celular/*smartphone* e, em seguida, anotavam os procedimentos realizados e as conclusões obtidas.

Nesse ambiente de aprendizagem, os participantes resolveram, de um modo ativo e interativo, *as atividades propostas em sala de aula, pois analisaram de uma maneira crítica e reflexiva as informações compartilhadas por meio da utilização de recursos tecnológicos.*

Por exemplo, 12 (60%) participantes afirmaram que a utilização do *smartphone* ou do telefone celular os auxiliaram na realização das atividades propostas em sala de aula de uma maneira interativa, bem como utilizaram GeoGebra para verificar as características dos gráficos das funções exponenciais.

As anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que, inicialmente, na realização das atividades propostas nos blocos do registro documental, todos os participantes presentes recorriam frequentemente à essa profissional para esclarecerem as suas dúvidas com relação à utilização do *GeoGebra*.

Por exemplo, essas anotações também mostram que 16(80%) participantes aprenderam a utilizar esse software de maneira exploratória, pois a professora-pesquisadora apresentou as orientações do tipo *passo a passo* sobre como, por exemplo, construir os gráficos relacionados com essas funções. Então, a interação da professora-pesquisadora com os participantes desse estudo foi importante para o desenvolvimento dessa fase exploratória do *GeoGebra*.

De acordo com Ladeira (2015), os recursos tecnológicos são utilizados com objetivos definidos e específicos para que possam promover a interação dos alunos para auxiliá-los no processo de ensino e aprendizagem em matemática para a compreensão dos conceitos de funções.

Contudo, as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que no decorrer da realização das atividades propostas no registro documental, a

frequência dessas dúvidas foram diminuindo, pois esses participantes começaram a desempenhar as tarefas solicitadas no enunciado das questões, identificando a sua resolução com desenvoltura.

Durante a condução desse processo, os participantes desse estudo adotaram uma postura ativa diante dos recursos tecnológicos, especificamente, o *software GeoGebra*, pois realizaram as tarefas propostas de uma maneira interativa por meio da experimentação, da visualização e da representação das situações-problema relacionadas com os conceitos de funções exponenciais.

De acordo com os resultados obtidos nesse estudo, os participantes compartilharam os resultados obtidos na resolução de suas atividades de uma maneira colaborativa por meio de discussões interativas que proporcionaram o interesse e a motivação para a aprendizagem dos conteúdos relacionados com as funções exponenciais.

Dessa maneira, Baya'a e Daher (2009) argumentam que, por meio da utilização da tecnologia móvel, como os telefones celulares e os *smartphones*, bem como o emprego de aplicativos como o GeoGebra, os alunos podem aprender os conteúdos matemáticos relacionados com funções de uma maneira eficiente e prazerosa.

Assim, de acordo com Ladeira (2015), esses recursos tecnológicos, quando utilizados com objetivos específicos e bem definidos podem promover a interação e auxiliar o processo de ensino e aprendizagem em matemática relacionado com o estudo de funções. Dessa maneira, é importante ressaltar a existência de uma interação entre a:

(...) incorporação da mídia-educação à prática pedagógica com o propósito de formar continuamente indivíduos éticos, construtores críticos da sociedade, que utilizem mídia na perspectiva da Tecnologia Educacional, sem distanciar da condição humana, com princípios voltados para os valores humanos (BOHN, RAUPP, BESS; LUZ, 2010, p. 7).

Contudo, para que essas tecnologias sejam incorporadas no cotidiano escolar dos professores para que possam promover a interação e a colaboração entre os alunos é necessário que esses profissionais revejam os métodos tradicionais de ensino para que, de acordo com Borba e Penteadó (2005), possam utilizar outras mídias em sua prática pedagógica como os recursos tecnológicos para auxiliá-los no desenvolvimento das habilidades matemáticas dos alunos.

Nesse contexto, a utilização de recursos tecnológicos em sala de aula se direciona para a convergência, para a integração e a interação, para a mobilidade e para a multifuncionalidade que tem por objetivo a elaboração de atividades distintas por meio dos telefones celulares (MORAN, 2007), dos *smartphones* e do *software GeoGebra*.

Por exemplo, de uma maneira geral, o desenvolvimento das atividades propostas em sala de aula envolveu:

(...) três fases (numa aula ou conjunto de aulas): (i) introdução da tarefa, em que o professor faz a proposta à turma, oralmente ou por escrito, (ii) realização da investigação, individualmente, aos pares, em pequenos grupos ou com toda turma, e (iii) discussão dos resultados em que os alunos relatam aos colegas o trabalho realizado (PONTE, BROCADO; OLIVEIRA, 2003, p. 25).

Essa abordagem pedagógica promoveu o desenvolvimento do conhecimento matemático relacionado com os conteúdos de funções exponenciais por meio da utilização de recursos mediáticos como os telefones celulares/*smartphones* e o *software GeoGebra*.

O trabalho com o *software GeoGebra* realizado nesse estudo demonstrou a possibilidade de uma nova relação entre a professora-pesquisadora e os participantes desse estudo, que foi marcado por uma maior proximidade.

Por exemplo, os resultados obtidos nesse estudo mostram que 12 (60%) participantes comentaram sobre o auxílio da professora-pesquisadora na realização das atividades propostas, bem como na exploração do *GeoGebra* e dos dispositivos móveis. Nesse contexto, o participante *M5* argumentou que “apesar da dificuldade para encontrar os símbolos no aplicativo, conseguimos fazer as atividades com a ajuda da professora”.

Nesse sentido, Borba e Penteado (2005) argumentam que a utilização dos recursos tecnológicos constitui um importante pilar na proposição de aulas investigativas, como, por exemplo, a utilização de softwares de geometria dinâmica como o *GeoGebra*.

Nesse estudo, os dispositivos móveis promoveram situações de aprendizagens colaborativas por meio das quais os participantes desse estudo tiveram um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, pois construíram o seu conhecimento matemático por meio da interação com os componentes e cada grupo.

Por exemplo, durante a condução do trabalho de campo de estudo, em média, 14(70%) participantes resolveram as atividades propostas em sala de aula, discutindo sobre as propriedades das funções e a construção e as características de seus gráficos.

Assim, Batista, Behar e Passerino (2010) argumentam que os dispositivos móveis podem ser utilizados em atividades grupais, como, por exemplo, para coletar dados em situações de contextos reais. Os dados recolhidos podem ser interpretados e realimentados pelos componentes do grupo, permitindo a percepção dos resultados do trabalho colaborativo.

Finalizando a interpretação dessa categoria, é importante ressaltar que essa interação possibilitou a discussão das ideias relacionadas com o conceito de funções exponenciais, pois

os participantes foram encorajados a experimentarem esses recursos tecnológicos para resolverem as situações-problema propostas em sala de aula.

4.1.3. Dispositivos móveis como instrumentos mediáticos que possibilitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos (potencialidades e obstáculos)

O contexto tecnológico possibilitou que essa pesquisa fosse realizada em um ambiente de aprendizagem com a utilização de dispositivos móveis, como, por exemplo, os telefones celulares e os *smartphones* como instrumentos de mediação entre o *software GeoGebra*, os participantes desse estudo, as atividades curriculares matemáticas propostas em sala de aula, o conteúdo matemático sobre o conceito de funções exponenciais e a professora-pesquisadora.

Assim, o principal objetivo dessa abordagem foi possibilitar a aquisição do conhecimento matemático desses participantes com relação às funções exponenciais por meio da utilização desses dispositivos e desse *software* na identificação das propriedades dessas funções, bem como na exploração das principais características de seus gráficos.

Contudo, é importante ressaltar que, no início da realização do trabalho de campo desse estudo, 11(55%) participantes afirmaram que a utilização dos telefones celulares/*smartphones* é importante para a realização de atividades matemáticas propostas em sala de aula. Por exemplo, para o participante *M11*, o “uso da calculadora do celular ajuda quando os alunos tiverem dúvidas nos cálculos”.

Similarmente, a análise dos resultados obtidos nesse estudo mostra que, no término da condução do trabalho de campo dessa investigação, 12(60%) participantes afirmaram que a utilização dos telefones celulares/*smartphones* em sala de aula é importante para a realização de cálculos matemáticos, para auxiliar na construção de gráficos, para realizar atividades de pesquisa e, também, para o esclarecimento de dúvidas com relação aos conteúdos estudados em sala de aula. Por exemplo, a participante *F2* argumentou que esses dispositivos auxiliam “na realização de pesquisas e nos cálculos matemáticos com a calculadora”.

Porém, 7(35%) desses participantes também afirmaram que tiveram dificuldades na utilização desses dispositivos móveis em sala de aula para a realização das atividades propostas, principalmente, com relação à construção e análise dos gráficos das funções exponenciais.

Por outro lado, com relação ao *GeoGebra*, no início da realização do trabalho de campo desse estudo, 13(65%) participantes responderam desconheciam esse *software*, bem como não sabiam sobre a sua utilidade para as aulas de matemática. Por exemplo, o participante *M5*

afirmou que “nunca ouvi falar” enquanto a participante *F2* comentou que “não conheço o *GeoGebra*”.

No entanto, a análise dos resultados mostra que, no término da condução do trabalho de campo dessa investigação, 13(65%) participantes não tiveram dificuldades para utilizar o *software GeoGebra* na realização das atividades propostas em sala de aula. Por exemplo, o participante *M5* argumentou que “apesar de alguma dificuldade para encontrar os símbolos no aplicativo, conseguimos fazer todas as atividades” enquanto o participante *M9* afirmou que “com a ajuda da professora, eu aprendi muito com o *GeoGebra*”.

A interpretação desse resultado também mostra que 10(50%) desses participantes afirmaram que a utilização do *software GeoGebra* os auxiliaram na resolução das atividades relacionadas com as funções exponenciais por meio da realização de cálculos matemáticos e da elaboração do esboço dos gráficos das funções exponenciais.

Nesse contexto, a professora-pesquisadora concorda com o ponto de vista de Dabbagh e Kitsantas (2012) que afirmam que a utilização dos recursos tecnológicos auxilia os alunos na construção do conhecimento matemático relacionado com os conceitos de funções, bem como promover o desenvolvimento das atividades curriculares propostas em sala de aula.

Para incentivar a construção do conhecimento matemático, 4 (quatro) blocos de atividades elaborados pela professora-pesquisadora com a inclusão e o auxílio dos telefones celulares/*smartphones* e o *software GeoGebra*

O objetivo dessa abordagem foi propiciar oportunidades para os participantes desse estudo, preparando-os para o desenvolvimento da reflexão e do raciocínio lógico, para a análise das situações-problema propostas em suas diferentes maneiras de representação, bem como para a exploração das propriedades, características e conceitos relacionados com as funções exponenciais, que possibilitaram a execução de procedimentos rotineiros de maneira rápida e objetiva.

É importante ressaltar que as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que os participantes se envolveram na realização das atividades dos blocos propostos registro documental.

Então, para a realização das atividades propostas no primeiro bloco do registro documental, 17(85%) participantes utilizaram a calculadora dos dispositivos móveis, pois o foco dessa atividade era enfatizar e relembrar o conceito de potenciação, as suas propriedades e aplicação, para o desenvolvimento dos conteúdos de funções exponenciais, estando desvinculado do desenvolvimento de cálculos numéricos necessários para a sua resolução.

Nesse sentido, ressalta-se que existe uma relação importante entre essa concepção, o desenvolvimento desses participantes e a sua relação com o ambiente sociocultural em que estão inseridos (LEONTIEV, 1979). Esse processo pode ser definido como a intervenção de um elemento intermediário em uma relação (VYGOTSKY, 1987).

Para a realização das atividades do bloco 2, a professora-pesquisadora apresentou quatro situações-problema por meio das quais 14(70%) participantes exploraram de maneira intuitiva a definição de função exponencial com o auxílio do telefone celular/*smartphone*.

O principal objetivo dessas atividades foi direcionar os participantes desse estudo para a exploração do conceito de função exponencial por meio de situações-problema propostas em sala de aula com o auxílio dos telefones celulares/*smartphones* para a realização dos cálculos necessários para a sua resolução.

No entanto, a interpretação desses resultados mostra a dificuldade que esses participantes tiveram para identificar as situações cotidianas que envolvessem a conceituação de função exponencial por meio da mediação dos dispositivos móveis na busca dessas informações.

Nesse contexto, Vygotsky (1994) argumenta que a mediação pode ser considerada como a interação dos sujeitos com o outro social ou com o seu ambiente sociocultural. Assim, a mediação entre os participantes, a professora-pesquisadora, os dispositivos móveis e os conteúdos matemáticos determinou a natureza das atividades propostas, bem como a maneira como esses participantes as realizaram e discutiram os seus resultados em sala de aula.

Esse processo de mediação possibilitou o desenvolvimento intelectual desses participantes, que foi desencadeado por meio de sua interação enquanto a colaboração foi realizada com a utilização desses recursos tecnológicos.

Para a realização das atividades do bloco 3, a professora-pesquisadora utilizou o *software GeoGebra* para que os 13(65%) participantes pudessem explorar os seus comandos. Desse modo, essa profissional mostrou algumas situações-problema para a introdução das funções exponenciais por meio da elaboração de situações cotidianas, explicando, em seguida, a definição de função exponencial.

Posteriormente, a professora-pesquisadora explicou sobre a construção de gráficos de funções exponenciais para que esses participantes identificassem as suas características comuns, bem como reconhecessem as suas propriedades, como, por exemplo, quando essas funções são crescentes ou decrescentes e, também, a sua interseção com o eixo y .

Desse modo, esses participantes, em suas duplas, digitaram no *software GeoGebra*, que foi baixado em seu telefone celular/*smartphone*, as funções dadas para que pudessem visualizar os seus gráficos e elaborar as suas conclusões por meio de suas comparações.

A interpretação dos resultados obtidos nesse bloco mostra que esses participantes aprenderam a manusear o *GeoGebra*, pois rapidamente digitaram as funções exponenciais propostas, *plotando* os seus gráficos nesse *software*. Por exemplo, quando o participante *M21* terminou de digitar essas funções em seu telefone celular comentou que as “funções eram todas iguais”.

Para a realização das atividades propostas no bloco 4, a professora pesquisadora propôs que os 16(80%) participantes realizassem atividades contextualizadas que envolviam conteúdos relacionados com as funções exponenciais. Em seguida, essa profissional e os participantes desse estudo discutiram sobre essas situações-problema, analisando-as para verificar se possuíam alguma relação com os conteúdos matemáticos estudados em sala de aula.

Nesse direcionamento, a professora pesquisadora mediou esse processo para verificar se esses participantes perceberam se essas situações estavam relacionadas com as ideias, as noções, as relações e as propriedades de funções exponenciais, bem como com a sua representação gráfica.

Nesse bloco de atividades, a utilização dos dispositivos móveis como recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem do conceito de funções exponenciais foi mediado pelos recursos tecnológicos, pois possibilitou o desenvolvimento de discussões interativas que promoveram colaborações entre os participantes desse estudo, a professora-pesquisadora e os conteúdos matemáticos.

Esses participantes também utilizaram o *software GeoGebra* para visualizarem os gráficos relacionados com as funções exponenciais para verificarem a transformação em sua representação quando os valores das variáveis eram modificados.

Nesse direcionamento, o processo de mediação ocorreu por meio das ações desses participantes sobre os conteúdos de funções exponenciais que foram propostos por meio da elaboração de atividades que promoveram a utilização de recursos tecnológicos como os telefones celulares/*smartphones* e o *GeoGebra*.

Desse modo, o elemento mediador (*software GeoGebra*) possibilitou a transformação do objeto de aprendizagem (função exponencial) pelos participantes desse estudo com o auxílio dos dispositivo móveis. Consequentemente, a mediação pode ser definida como “o processo de

intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento" (OLIVEIRA, 2002, p. 26).

Em concordância com esse contexto, o *software GeoGebra*, que foi baixado nos telefones celulares/*smartphones*, favoreceu uma abordagem conceitual e analítica dos conteúdos relacionados com as funções exponenciais, corroborando para uma aprendizagem pautada no desenvolvimento de um processo de construção de seus gráficos.

Assim, a utilização desse *software* propiciou oportunidades para que os participantes desse estudo transformassem as funções exponenciais em representações gráficas por meio da utilização dos recursos tecnológicos disponíveis em sala de aula. Nesse direcionamento, de acordo com Vygotsky (1994), a mediação pode ser considerada como o processo de intervenção de um elemento intermediário para a realização de uma determinada atividade que pode ser mediada por esse elemento.

Essa combinação *software GeoGebra*→*conhecimento exponencial* pode ser considerada como uma mediação, pois foi o processo de intervenção de uma ferramenta mediadora (*software GeoGebra*) em uma determinada relação (aquisição do conhecimento de conceitos de funções exponenciais), que se tornou intermediada pelos dispositivos móveis. Por conseguinte, esse recurso tecnológico de mediação influenciou a maneira como esses participantes organizaram as suas ações na construção desse conhecimento matemático.

Por exemplo, Baya'a e Daher (2009) argumentam que a utilização dos telefones celulares e os *smartphones*, bem como o emprego do *GeoGebra* é um processo investigativo e dinâmico que possibilita a visualização dos gráficos de funções, auxiliando, assim, os alunos perceberem a transformação em sua representação quando os valores de suas variáveis são modificados.

Por conseguinte, esses participantes desenvolveram as habilidades de movimentar os gráficos em diversas direções, aumentar ou diminuir o seu tamanho, observá-los e compará-los; alterar as suas cores, o seu estilo e a espessura de suas linhas, bem como salvá-los durante e depois de sua construção.

A interpretação dos resultados desse estudo mostra que as tarefas realizadas nos 4 (quatro) blocos de atividades promoveram interações entre os participantes desse estudo, que foram desencadeadas por meio da utilização de recursos tecnológicos que auxiliaram a sua mediação com os conteúdos matemáticos (VYGOTSKY, 1994).

Essa interpretação também mostra que, após a realização das tarefas propostas em cada bloco de atividades, os participantes desse estudo refletiram sobre o trabalho realizado em sala de aula com a mediação dos dispositivos móveis e da professora-pesquisadora.

Nesse sentido, de acordo com Vygotsky (1987), a reflexão foi um componente fundamental para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem que possibilitou a internalização do conhecimento matemático relacionado com os conteúdos de funções exponenciais pelos participantes deste estudo.

Por outro lado, as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram o desenvolvimento da desenvoltura dos participantes na condução do trabalho de campo desse estudo, pois no início da realização das tarefas propostas nos blocos do registro documental, esses participantes recorriam à professora-pesquisadora com mais frequência para o esclarecimento de dúvidas sobre como utilizar o *GeoGebra* e aplicar as suas propriedades.

Porém, no decorrer da realização dessas atividades, as dúvidas foram diminuindo e, ao término da condução desse trabalho de campo, esses participantes interpretaram com mais facilidade e destreza o enunciado das situações-problema propostas em sala de aula. Por exemplo, a participante *F16* descobriu sem o auxílio da professora-pesquisadora que poderia alterar as cores dos gráficos. Nesse sentido, afirmou que “com as cores mais diferentes fica melhor de observar as características de cada gráfico”.

Então, esse processo de mediação (VYGOSTKY, 1994) promoveu o envolvimento dos participantes desse estudo na realização de atividades propostas, pois visou a resolução de situações-problema relacionadas com as funções exponenciais por meio da utilização do software *GeoGebra* e dos dispositivos móveis como os telefones celulares/*smartphones*.

Contudo, para que se possa minimizar os obstáculos, os desafios e as dificuldades para que os recursos tecnológicos sejam incorporados de uma maneira efetiva no cotidiano escolar, é necessária uma revisão dos métodos tradicionais de ensino para que essas mídias tecnológicas possam auxiliar os alunos no desenvolvimento de suas habilidades cognitivas (BORBA; PENTEADO, 2005).

Contudo, é importante ressaltar que o principal desafio que foi detectado a partir dos resultados obtidos nessa investigação estava relacionado com as dificuldades apresentadas pelos participantes com relação à leitura e interpretação do enunciado dos textos das situações-problema propostas nos blocos de atividades do registro documental desse estudo.

Por conseguinte, apesar da dificuldade demonstrada por 12 (60%) participantes com relação à leitura e a interpretação dos enunciados das situações-problemas propostas em sala de

aula, esses participantes conseguiram realizar todas as atividades com o auxílio dos dispositivos móveis e do *software GeoGebra*.

Assim, de acordo com a interpretação das anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora, algumas dessas dificuldades estão relacionadas com a falta de hábito e de valorização da leitura em casa, a influência da televisão, o dinamismo e a modernidade da Internet na vida contemporânea, que possibilitou a busca por informações mais rápidas e acessíveis, que pode ter desanimado esses participantes na leitura do enunciado das situações-problema propostas em sala de aula durante a condução do trabalho de campo desse estudo.

Por exemplo, o participante *M17* alegou que “há muitos textos na atividade que nem parece uma atividade de matemática” enquanto o participante *M11* comentou que “não leio nem quando sou obrigado e quando preciso ler algum livro para uma atividade na escola só procuro o resumo na internet”, bem como afirmou que a “utilização da Internet leva muitos alunos a pensar que ler é perda de tempo”.

Ressalta-se também que a participante *F18*, apesar de ser participativa nas aulas e ter realizado todas as atividades propostas no trabalho de campo desse estudo, demonstrou, frequentemente, estar desinteressada na realização de atividades que continham textos em que a sua interpretação era necessária para a resolução das atividades propostas no registro documental dessa investigação. No entanto, ao final da realização das atividades desse bloco, essa participante comentou que “esses exercícios foram bons professora, se quiser pode dar mais assim”.

Contudo, a interpretação das anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostra que esses participantes confirmaram a sua observação com relação à insatisfação e ao desânimo com relação às situações-problema textuais propostas, pois além de reclamar da realização dessas atividades, estavam dispersos, ignorando a continuidade da resolução das tarefas propostas para conversar com os colegas e/ou consultar o telefone celular/*smartphone*.

Nesse sentido, Sanchez (2004) argumenta que a aprendizagem da leitura supõe a superação de dois desafios importantes. O primeiro desafio consiste na aquisição de habilidades que permitem aos alunos o reconhecimento e o entenderem do significado das palavras. O segundo desafio refere-se à compreensão dos textos lidos, que consiste na utilização de habilidades para o desenvolvimento da comunicação com os outros.

A leitura é um dos elementos mais importantes para a prática consciente da sociabilidade e do desenvolvimento dos alunos, possuindo fundamental importância para a resolução de

problemas diários, estando presente na maior parte das atividades realizadas cotidianamente. Assim, através da leitura é possível o desenvolvimento do exercício da cidadania, permitindo que os alunos desenvolvam o raciocínio lógico, à reflexão crítica e a mudança de atitude, possibilitando uma melhor compreensão do mundo.

Para Kleiman (2011), a leitura é um processo que se evidencia por meio da interação entre os diversos níveis de conhecimento dos alunos, como, por exemplo, o conhecimento linguístico, o conhecimento textual e o conhecimento de mundo, ou seja, a leitura é adquirida com o tempo, de maneira sistematizada e com a prática. Nesse direcionamento, é importante a conscientização de que é possível utilizar as tecnologias digitais para apoiar o desenvolvimento da leitura e da interpretação de textos dos alunos.

Assim, de acordo com Werbach e Hunter (2012), a fim de possibilitar mais mobilidade e flexibilidade no contexto educativo da sala de aula, vislumbra-se a utilização dos dispositivos móveis, como, por exemplo, os telefones celulares/*smartphones*, pois a aprendizagem, por meio desses recursos, é um campo fértil para investigação, no meio educacional, que explora a interação, a cooperação e a colaboração entre os alunos.

Nesse sentido, os dispositivos móveis e, também, os *softwares* e os aplicativos podem promover a efetivação de práticas de leitura. De acordo com a UNESCO (2013), no contexto de aprendizagem móvel, os dispositivos móveis se mostram como exímios suportes de texto e vêm naturalmente promovendo as práticas de leitura e a interpretação de enunciados no processo informativo e comunicativo dos alunos.

De acordo com esse contexto, Rosa e Orey (2008) argumentam que um problema frequente em salas de aula está relacionado com as dificuldades apresentadas pelos alunos no entendimento de textos e enunciados das situações-problema propostas para a realização em sala de aula, bem como para a compreensão do significado dos símbolos e das representações matemáticas.

No entanto, Rosa e Orey (2008) também afirmam que essa dificuldade pode ser amenizada por meio da elaboração de atividades matemáticas curriculares que as relacionem com os procedimentos e práticas matemáticas experienciadas e vivenciadas pelos alunos em seu cotidiano.

Contudo, de acordo com os resultados dessa pesquisa, infere-se que a utilização desse *software* pode propiciar a compreensão dos conteúdos estudados por meio de sua visualização, pois possibilita a exploração e a investigação das propriedades das funções exponenciais e de sua representação.

Finalizando, a utilização dos recursos tecnológicos no desenvolvimento de conteúdos de funções exponenciais, como, por exemplo, o *software GeoGebra* e os dispositivos móveis, como os telefones celulares e os *smartphones*, ampliou as possibilidades de investigação dos conceitos exponenciais apresentados com o entendimento de suas características e propriedades verificadas na representações gráficas das funções propostas em sala de aula.

Dessa maneira, após aprenderem a construir os gráficos, os participantes desse estudo demonstraram interesse, desenvoltura e motivação para a utilização do *software GeoGebra* em sala de aula, que foi baixado em seus telefones celulares/*smartphones*.

Então, com a utilização de recursos tecnológicos, como, por exemplo, os dispositivos móveis, os telefones celulares/*smartphones*, foi possível propiciar um processo de aprendizagem atraente e divertido que despertou a atenção dos participantes. Desse modo, a utilização desses recursos tecnológicos auxiliou na resolução dessas atividades através de uma melhor compreensão das características da função exponencial e de seus gráficos de uma maneira dinâmica e visual.

No entanto, para que essa ação pedagógica seja efetivada em sala de aula, é necessária a utilização dos recursos tecnológicos para mediar as representações gráficas desses fenômenos.

Em concordância com essa perspectiva, a utilização do *software GeoGebra* no processo de ensino de conteúdos relacionados com as funções exponenciais foi um recurso tecnológico mediador da aprendizagem desses conteúdos, que foi desencadeada em sala de aula entre a professora-pesquisadora, os participantes desse estudo e os conteúdos matemáticos com a utilização dos dispositivos móveis.

4.1.4. Dispositivos móveis como mediadores entre as atividades cotidianas e os conteúdos matemáticos escolares

Nesse estudo, a utilização dos dispositivos móveis, como os telefones celulares/*smartphones* e o *software GeoGebra* foi uma contribuição importante para o desenvolvimento de conteúdos relacionados com as funções exponenciais, por meio da visualização e da representação de situações-problema cotidianas propostas no registro documental.

Com relação ao contexto cotidiano, 12(60%) participantes afirmaram que o conhecimento matemático aprendido na escola é necessário para a realização de suas atividades diárias, como, por exemplo, para *fazer contas* e para *pagar contas* e, também, para realizar os cálculos matemáticos.

Então, esses participantes utilizaram os recursos tecnológicos para acessar e analisar as informações presentes no cotidiano, para organizar, interpretar e representar o conhecimento adquirido por meio da interação, da comunicação e da colaboração.

Nesse direcionamento, Rosa e Orey (2008) argumentam sobre a importância da presença da matemática no cotidiano dos alunos, pois essa abordagem pode trazer contribuições positivas para o processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina.

No contexto escolar, para 13(65%) participantes, o telefone celular/*smartphone* é importante em sua vida cotidiana, pois são utilizados como despertadores, para a comunicação por meio de e-mails, para o envio e/ou recebimento de mensagens, para saber as horas, para tirar fotos e, também, para realizar cálculos matemáticos por meio de suas calculadoras e, também, para elaborar trabalhos escolares.

Nessa perspectiva, os *Parâmetros Curriculares Nacionais*⁺ – *PCN*⁺ (BRASIL, 2000) sugerem uma metodologia para o processo de ensino e aprendizagem de funções por meio da qual os problemas de aplicação:

(...) devem ser motivos e contextos para o aluno aprender funções. A riqueza de situações envolvendo funções permite que o ensino se estruture permeado de exemplos do cotidiano, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas (p. 121).

De acordo com esse contexto, 12(60%) participantes argumentaram que a utilização dos telefones celulares/*smartphones* é relevante para a realização de atividades matemáticas que necessitam da utilização de calculadoras para que pudessem resolver os cálculos matemáticos das situações-problema realizadas em sala de aula.

Esses participantes também comentaram que esses dispositivos móveis são importantes em sala de aula para a realização de pesquisas, para buscar informações, para efetuar os cálculos matemáticos, para sanar dúvidas e para o desenvolvimento das aulas e de seu raciocínio matemático.

Com relação à importância da Internet, 13(65%) participantes consideraram esse acesso relevante para a execução das atividades escolares, como, por exemplo, a realização de pesquisas, a busca de informações e o esclarecimento de dúvidas. Por exemplo, o participante

M3 comentou que a Internet “é muito importante, pois dá para pesquisar várias coisas importantes quando tiver dificuldades”.

Nesse contexto, 12(60%) participantes afirmaram que possuem telefone celular/*smartphone* com acesso à Internet, utilizando-o para contatar as pessoas, acessar as redes sociais, realizar pesquisas e atividades escolares, buscar informações, estudar matemática e outras disciplinas, bem como na comunicação com os familiares e amigos. Por exemplo, a participante *F18* realizou uma pesquisa na Internet, no Google, em seu telefone celular para descobrir “Quantos dentes um cavalo tem?”.

Esses participantes também consideraram o acesso frequente à Internet relevante para a realização de atividades em sala de aula, como, por exemplo, a realização de pesquisas. Por exemplo, o participante *M3* afirmou que a “Internet é muito importante, pois dá para pesquisar várias coisas importantes quando tiver dificuldades”. De acordo com Dede e Hall (2010), a utilização dos dispositivos móveis com acesso à Internet, em sala de aula, pode aproximar as aulas do cotidiano dos alunos por meio da elaboração e utilização de metodologias didático-pedagógicas inovadoras baseadas em mídias emergentes.

Assim, por meio da utilização do *software GeoGebra* e dos telefones celulares/*smartphones*, esses participantes problematizaram e representaram as situações-problema relacionadas com o cotidiano, que possibilitaram a determinação de suas soluções. Por exemplo, no quarto bloco de atividades do registro documental, os participantes desse estudo tiveram que resolver a que a questão 2:

Um pai resolve distribuir uma mesada para cada um dos dois filhos da seguinte forma: 1ª OPÇÃO) O filho mais novo receberá R\$1,00 no primeiro mês e dobra a quantia a cada mês em relação ao mês anterior; 2ª OPÇÃO) O filho mais velho receberá R\$150,00 por mês e com aumento da mesma quantia a cada mês, ou seja, mais R\$150,00 a cada mês; De acordo com essas condições qual o filho que receberá maior quantia após 12 meses? Justifique.

A interpretação dos resultados dessa questão mostra que 15(75%) participantes realizaram os cálculos parcialmente corretos, porém, marcaram a opção correta. É importante ressaltar que, para a realização dessa atividades, esses participantes realizaram os cálculos com o auxílio da calculadora do telefone celular/*smartphone*.

Então, esses dispositivos móveis se tornaram recursos pedagógicos utilizados em sala de aula, que possibilitaram a comunicação, a resolução e a visualização das situações-problema trabalhadas em sala de aula, que promoveram as suas conexões com o cotidiano dos participantes desse estudo.

De acordo com Ladeira (2015), os dispositivos móveis podem ser considerados como recursos tecnológicos que são utilizados na elaboração de atividades contextualizadas dos conteúdos matemáticos relacionados com funções, que tem como objetivo possibilitar o contato dos alunos com os fenômenos que ocorrem no cotidiano.

A interpretação dos resultados desse estudo mostra que os dispositivos móveis e o *GeoGebra* auxiliaram os participantes a relacionarem as atividades realizadas no cotidiano com os conteúdos matemáticos estudados em sala de aula. Por exemplo, esses participantes puderam interpretar, com o auxílio da professora-pesquisadora, o significado de $E+23$ que aparecia no final de cada número encontrado na resolução das situações-problema trabalhadas em sala de aula.

Nesse contexto, Baya'a e Daher (2009) argumentam que os telefones celulares podem ser utilizados na aprendizagem de conteúdos matemáticos que estão relacionados com o cotidiano dos alunos.

De acordo com as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora, a utilização do *GeoGebra* por meio dos telefones celulares/*smartphones* mostra um caminho pedagógico diferente daquele que os participantes desse estudo estavam acostumados a trilhar em salas de aula, pois possibilitou a conexão de situações-problema cotidianas com os conteúdos matemáticos aprendidos em sala de aula por meio desses recursos tecnológicos.

Finalizando, as anotações registradas no diário de campo da professora-pesquisadora mostram que os participantes desse estudo mantiveram-se envolvidos e engajados na resolução das situações-problema proposta. Essa abordagem foi desenvolvida por meio de discussões entre os participantes e a professora-pesquisadora e, também, para verificar o raciocínio, relacionado com os conceitos de funções exponenciais, que foi utilizado na resolução das situações-problema propostas em sala de aula.

CAPÍTULO V

RESPONDENDO A QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO

Esse capítulo apresenta a resposta para a questão de investigação desse estudo.

5.1. Questão de Investigação

A análise dos dados obtidos pelos instrumentos de coleta de dados e a interpretação dos resultados obtidos por meio das categorias conceituais possibilitaram que a professora-pesquisadora respondesse à questão de investigação que direcionou a realização dessa investigação:

Quais são as possíveis potencialidades da utilização do software GeoGebra através do smartphone como recursos pedagógicos para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do Primeiro ano do Ensino Médio?

É importante ressaltar que, apesar dessa questão de investigação ter sido respondida, de maneira implícita, durante o desenvolvimento dos capítulos 3 e 4 dessa dissertação, existe a necessidade de que essa resposta seja efetivamente determinada.

Então, os resultados provenientes da análise dos dados, que foram interpretados e validados com a utilização da triangulação dos dados e, também, por meio da codificação dos dados brutos e pela elaboração das categorias conceituais, de acordo com os pressupostos metodológicos da *Teoria Fundamentada nos Dados*, auxiliaram a professora-pesquisadora a determinar a resposta para a problemática desse estudo.

Assim, a interpretação dos resultados obtidos nesse estudo mostrou que a utilização do *software GeoGebra* e do telefone celular/*smartphone*, como recursos pedagógicos, potencializaram o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

No entanto, para que essas contribuições possam ser efetivadas em sala de aula, recomenda-se que os professores pautem a sua prática docente nas bases teóricas da aprendizagem móvel e da teoria da mediação, que foram discutidas, analisadas e estudadas na fundamentação teórica desse estudo.

5.2. Respondendo a Questão de Investigação

Nesse estudo, a utilização de recursos tecnológicos como os telefones celulares e os *smartphones* e de *softwares* como o *GeoGebra*, no processo de ensino e aprendizagem em matemática estava relacionada com o desenvolvimento de conteúdos de funções exponenciais, tinha como objetivo flexibilizar a execução das atividades matemáticas curriculares propostas em salas de aula.

Esses recursos tecnológicos podem agregar valores ao processo de ensino e aprendizagem em matemática por meio de sua utilização de uma maneira didática, pedagógica e mediática, potencializando, assim, o desenvolvimento contextualizado dos conteúdos relacionados com funções exponenciais, pois propicia a interpretação dos enunciados das situações-problema propostas nos blocos do registro documental.

Por conseguinte, a ação pedagógica desenvolvida nessa investigação potencializou um aprendizado diferenciado para os participantes desse estudo, que foi desenvolvido em sala de aula por meio da utilização de dispositivos móveis no ensino de conteúdos relacionados com os conteúdos de funções exponenciais.

Por exemplo, de uma maneira geral 12(60%) participantes responderam a maioria das situações-problema, propostas nos blocos de atividades, de maneira correta, apesar de que, muitas vezes, essas respostas estarem incompletas.

Assim, a utilização desses recursos tecnológicos como mediadores da aprendizagem possibilitou que os participantes desse estudo compreendessem os conteúdos relacionados com funções exponenciais de uma maneira diferenciada, que seria dificultado se fossem utilizadas somente as ferramentas tradicionais de desenho como o lápis, a régua e o papel.

Desse modo, esse aprendizado não ficou limitado pela aplicação de fórmulas matemáticas, pois incluiu a utilização de telefones celulares/*smartphones* e do *software GeoGebra* na análise de situações-problema, de representações gráficas e suas visualizações, bem como promoveu a comunicação do raciocínio dos participantes.

Por exemplo, na exploração das funções exponenciais no *GeoGebra*, 17(85%) participantes aprenderam como *plotar* gráficos em um mesmo sistema de coordenadas cartesianas enquanto 13(65%) participantes digitaram as funções solicitadas no *GeoGebra* para que pudessem visualizar os gráficos e elaborar as suas observações quanto às características e propriedades das funções exponenciais.

Nesse contexto, os telefones celulares e os *smartphones* foram utilizados como instrumentos mediáticos entre os participantes desse estudo e os conteúdos de função exponencial, que foram trabalhados no *software GeoGebra*, que foi baixado nesses dispositivos móveis. Assim, essa mediação potencializou o desenvolvimento de habilidades matemáticas referentes à identificação de conceitos de funções exponenciais. Por exemplo, a participante *F6* comentou que as “funções são crescentes”.

Consequentemente, é importante ressaltar que uma das potencialidades da utilização dos dispositivos móveis, como, por exemplo, o *software GeoGebra*, evidenciadas nesse estudo foi a visualização da resolução das situações-problema propostas em sala de aula. Essa constatação está em concordância com Engle e Green (2011) que afirmam que os recursos tecnológicos possibilitam a visualização das respostas dos problemas matemáticos com rapidez e eficiência.

Portanto, por meio da utilização dessa metodologia direcionada para o desenvolvimento de conteúdos matemáticos relacionados com as funções exponenciais, os participantes desse estudo foram beneficiados em sua aprendizagem com a utilização da calculadora dos telefones celulares/*smartphones*.

Por exemplo, em uma das tarefas do bloco de atividades do registro documental, 15(75%) participantes utilizaram a calculadora disponibilizada nesses dispositivos móveis para realizar corretamente os cálculos solicitados e marcaram a opção correta referente à resposta para a situação-problema proposta em sala de aula.

Assim, os recursos tecnológicos como os dispositivos móveis e de *softwares* potencializaram o desenvolvimento da representação gráfica das funções exponenciais, bem como a identificação de suas características e propriedades.

Os resultados desse estudo mostram que 13(65%) participantes identificaram algumas características dos gráficos de funções exponenciais, identificando-os como crescentes ou decrescentes, bem as suas propriedades com relação ao seu expoente. Por exemplo, o participante *M17* afirmou que “todas essas funções ficam crescentes em números diferentes”.

Destaca-se também que a utilização do *software GeoGebra*, baixado nos telefones celulares/*smartphones*, com o seu caráter dinâmico, potencializou a representação gráfica de funções exponenciais e a exploração de resolução equações exponenciais.

Por exemplo, 15(75%) participantes responderam corretamente uma situação-problema sobre a opção mais vantajosa para a compra de um cavalo com a utilização da representação gráfica dessas funções no *GeoGebra* e, também, da calculadora dos telefones celulares/*smartphones*.

Por conseguinte, nesse estudo, o *software GeoGebra* e os dispositivos móveis como os telefones celulares e *smartphones* foram utilizados como instrumentos midiáticos que possibilitaram o entendimento de conteúdos matemáticos por meio de aulas dinâmicas e interativas que potencializaram o desenvolvimento de conceitos de funções exponenciais.

Dessa maneira, esses recursos também auxiliaram os participantes desse estudo na realização das tarefas relacionadas com exemplos retiradas da vida diária por meio de representações visuais da função exponencial que foram possibilitadas pela utilização do *GeoGebra*, que foi *baixado* nos telefones celulares/*smartphones*. Por exemplo, no primeiro bloco de atividades, 17(85%) participantes resolveram diversas situações-problemas que podem estar presentes no cotidiano dos participantes desse estudo.

Outra contribuição importante foi a relação interacionista que ocorreu entre os participantes e a professora-pesquisadora. Essa interação foi mediada por meio de dispositivos móveis que auxiliaram os participantes desse estudo no desenvolvimento e elaboração do conhecimento matemático relacionado com as funções exponenciais.

Nesse sentido, 12(60%) participantes afirmaram que não tiveram dificuldades na realização das atividades propostas, pois tiveram auxílios da professora-pesquisadora. Por exemplo, o participante *M5* comentou que “não tive dificuldade para utilizar o *GeoGebra* nas atividades, pois com a ajuda da professora eu aprendi muito no *Geogebra*”.

Então, a utilização dos telefones celulares/*smartphones* e do *software GeoGebra* potencializou a difusão do conhecimento matemático por meio de discussões realizadas em sala de aula, como, por exemplo, as propriedades das funções exponenciais e as características de seus gráficos.

Por exemplo, 14(70%) participantes discutiram, em suas duplas, sobre as situações-problema propostas em sala de aula, analisando-as para verificar se possuíam relação com o conteúdo matemático estudado referentes à identificação das características e propriedades das funções exponenciais.

De acordo com Engle e Green (2011), a utilização dos recursos tecnológicos está relacionada com o desenvolvimento da participação ativa dos alunos na resolução de problemas matemáticos em sala de aula.

Desse modo, o desenvolvimento dos conceito de função exponencial foi desencadeado de modo interativo entre os participantes desse estudo e a professora-pesquisadora, potencializando, assim, o processo de comunicação, que foi desencadeado em sala de aula.

Nesse contexto, Ladeira (2015) afirma que a utilização dos dispositivos móveis em sala de aula auxilia a promoção de um processo interativo, colaborativo e cooperativo entre os participantes por meio da mediação desses recursos tecnológicos com os conteúdos matemáticos relacionados com o estudo de funções.

Finalizando, a utilização desses recursos tecnológicos potencializou o despertar do interesse dos participantes desse estudo na realização das atividades propostas em sala de aula, pois os auxiliaram na resolução das situações-problema propostas em sala de aula. Por exemplo, 10(50%) participantes afirmaram que esses dispositivos móveis os auxiliaram nos cálculos das equações e na construção dos gráficos.

Dessa maneira, a utilização do *software GeoGebra* e dos telefones celulares/*smartphones* auxiliou os participantes desse estudo na resolução dessas atividades, que proporcionou uma melhor compreensão das propriedades das funções exponenciais e de seus gráficos, de maneira dinâmica, interativa e visual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a introdução de recursos tecnológicos na vida cotidiana, o interesse em entender os processos socioculturais envolvidos com essas tecnologias, em outros contextos, como, por exemplo, o educacional, se tornam recorrentes, pois são diferentes as perspectivas que promovem discussões com relação às inovações tecnológicas por causa de sua rápida difusão e integração na vida diária.

O movimento nacional de transformação da sociedade por meio da incorporação de recursos tecnológicos fomentou a necessidade de se buscar a inclusão digital dos cidadãos e a modificação da realidade educacional brasileira, bem com a introdução desses recursos tecnológicos no contexto escolar.

Por exemplo, Leite (2003) argumenta que, por meio de programas e projetos, a população, de maneira geral, se insere nesse contexto, recebendo *laptops* educacionais, *tablets*, *kits* multimídia e *softwares* educativos.

Assim, a utilização de *softwares* como o *GeoGebra* e de dispositivos móveis como os telefones celulares e os *smartphones* no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos vem sendo ampliada de acordo com a rápida expansão do emprego desses recursos tecnológicos no processo educacional.

Desse modo, o emprego de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem em matemática é necessária, pois no cotidiano dos alunos é constante a utilização de computadores, de *tablets*, de *softwares*, da internet, de telefones celulares e de *smartphones*. Por conseguinte, o contato desses alunos com esses recursos tecnológicos de aprendizagem móvel é frequente e constante na sociedade atual.

Por exemplo, os resultados do estudo conduzido por Ladeira (2015) mostram que a utilização de dispositivos móveis, como, por exemplo, os telefones celulares e os *smartphones*, em salas de aula de matemática, no contexto educacional, que está relacionado a aprendizagem móvel com relação ao estudo de funções.

No contexto de desenvolvimento de ações em aprendizagem móvel, Traxler (2009b) argumenta que as possibilidades invadem as salas de aula ou tentam adentrar esse espaço, buscando superar algumas limitações relacionadas com os dispositivos móveis.

Dessa maneira, a presença desses dispositivos móveis e dos *softwares* no cotidiano dos alunos tem promovido a condução de estudos que visam investigar a sua utilização no campo educacional (COSTA, 2013; LADEIRA, 2015; MOURA; CARVALHO, 2009; PELLI, 2014).

Consequentemente, esse campo de pesquisa, conhecido como aprendizado móvel (*mobile learning*), embora recente, evidencia mudanças significativas na maneira como os alunos traçam os seus percursos de aprendizagem em salas de aula.

É importante ressaltar que os dispositivos móveis transcendem os limites de espaço e tempo que ainda estão presentes nos paradigmas pedagógicos tradicionais. Dessa maneira, a chegada das tecnologias digitais, em ambientes escolares, bem como o protagonismo discente proporcionado por esses recursos tecnológicos, coloca *em cheque* e, também, *em choque*, as estruturas verticais do processo e ensino e aprendizagem em matemática.

Nesse direcionamento, um dos principais objetivos desse estudo foi a proposição de práticas pedagógicas diferenciadas para o desenvolvimento de conteúdos de função exponencial para os alunos do primeiro ano do Ensino Médio, de uma escola pública estadual, da região norte, do estado de Minas Gerais.

O desenvolvimento dessa ação pedagógica é necessário, pois a noção de conceitos intuitivos de funções, como, por exemplo, exponenciais, está presente nos fenômenos que ocorrem no cotidiano. Assim, existe a necessidade de conectar os conteúdos matemáticos acadêmicos com os acontecimentos da vida diária por meio da utilização de representações gráficas através a utilização do *software GeoGebra*.

A introdução dos dispositivos móveis como os telefones celulares e os *smartphones* do *software GeoGebra* nas salas de aula trouxe um novo desafio para os professores, que são instigados a modificarem a sua ação pedagógica com relação à sua utilização em salas de aula, bem como motivar os alunos a se adaptarem a esses recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem em matemática, como, por exemplo, os conteúdos de funções exponenciais.

Nesse direcionamento, a presença desses dispositivos e aplicativos no contexto escolar, traz subjacente à proposta pedagógica adotada nas escolas de que os alunos se transformem em construtores e participantes ativos do processo de ensino e de aprendizagem em matemática ao mesmo tempo em que exige dos professores o desenvolvimento de habilidades e proposições didáticas e pedagógicas inovadoras com relação aos recursos tecnológicos.

De acordo com esse ponto de vista e, também, com os resultados nesse estudo, recomenda-se que os professores utilizem essas práticas pedagógicas com os seus alunos, tornando as suas aulas mais dinâmicas com o emprego de recursos tecnológicos interativos em sala de aula para aproveitar os seus benefícios como um material de apoio aos estudos e/ou como recursos mediáticos que podem proporcionar autonomia para os alunos na busca pelo conhecimento matemático.

Então, é importante que os professores que compõem esse cenário educacional, marcado pela ruptura do paradigma tradicional no processo de ensino e aprendizagem em matemática, sejam direcionados a reverem e repensem as suas práticas docentes que estão arraigadas nesse ambiente de aprendizagem, visando a aceitação da presença de recursos tecnológicos em salas de aula.

Por conseguinte, existe a necessidade da condução de investigações sobre como esse fenômeno inovador relacionado com a utilização dos telefones celulares e *smartphones*, bem como do *software GeoGebra* nas escolas, é apreendido pelos alunos. Nesse sentido, é indiscutível que essas tecnologias estejam, cada vez mais, sendo introduzida nas escolas.

Nesse contexto, a velocidade do desenvolvimento tecnológico, em especial das tecnologias móveis, como, por exemplo, os telefones celulares e os *smartphones*, bem como a consequente demanda da sociedade pela incorporação dessas tecnologias no contexto educativo, direcionou a professora-pesquisadora para a elaboração da questão de investigação desse estudo.

Desse modo, tendo consciência da complexidade dessa problemática, a professora-pesquisadora teve por objetivo investigar as possíveis potencialidades da utilização do *software GeoGebra* através do *smartphone* como recursos pedagógicos para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais para alunos do Primeiro ano do Ensino Médio.

Nesse estudo, a utilização de recursos tecnológicos, como, por exemplo, os telefones celulares e *smartphones* e o *software GeoGebra* funcionaram como instrumentos mediadores de aprendizagem que promoveram a mediação das atividades propostas no registro documental entre os participantes e a professora-pesquisadora. Essa abordagem está de acordo com a Teoria da Mediação proposta por Vygotsky (1978).

Nessa perspectiva, a construção de conhecimentos relacionados com os conceitos de função exponencial foi desencadeada de modo colaborativo e interativo, pois possibilitou o desenvolvimento do processo comunicacional dos participantes em sala de aula. Nessa perspectiva, os dispositivos móveis podem ser considerados como recursos tecnológicos mediáticos entre os conteúdos matemáticos relacionados com funções exponenciais e os participantes desse estudo.

Os resultados obtidos nesse estudo mostram que essa ação pedagógica auxiliou o desenvolvimento dos conteúdos relacionados com as funções exponenciais, como, por exemplo, a identificação de dados relevantes em situações-problema distintas para buscar as suas

possíveis soluções, bem com a identificação das propriedades dessas funções e as características principais de seus gráficos por meio da utilização desses recursos tecnológicos.

Nesse sentido, é importante ressaltar a necessidade de investigar, entender, compreender e explicar sobre a utilização de dispositivos móveis como os telefones celulares e *smartphones* e de *softwares* como o *GeoGebra* nas salas de aula para que o movimento de ruptura com o paradigma tradicional de ensino e aprendizagem tenha continuidade nas escolas.

Então, de acordo com a utilização dos telefones celulares/*smartphones* e do *software GeoGebra* em salas de aula, mesmo que de maneira incipiente, começam a surgir transformações importantes no ambiente educativo, bem como na ação pedagógica dos professores com referência às relações docentes e discentes que são estabelecidas nesse contexto de aprendizagem que são proporcionadas pelos recursos tecnológicos.

Finalizando, espera-se que os resultados obtidos nessa investigação possam nortear outros estudos direcionados para a elaboração de aulas diferenciadas com relação aos conteúdos matemáticos, relacionados com a função exponencial.

Essa ação pedagógica é necessária para que os alunos possam potencializar a utilização dos recursos tecnológicos como o *GeoGebra* e os dispositivos móveis como os telefones celulares e os *smartphones* em salas de aula com o objetivo de promover a sua aprendizagem em matemática de uma maneira dinâmica e inovadora.

REFERÊNCIAS

- AppPROVA. *Como transformar o celular em um aliado do professor no processo pedagógico*. Belo Horizonte, MG: AppProva.
- BAGGIO, M. A.; ERDMANN, A. L. Teoria fundamentada nos dados ou grounded theory e o uso na investigação em enfermagem no Brasil. *Revista de Enfermagem Referência* III, n. 3. p. 177-185, 2011.
- BARNETT, J. Focus groups in social research. *Qualitative Social Research On-line Journal*, v. 3, n. 4, Art. 43, p. 1-8, 2002.
- BATISTA, S. C. F., BEHAR, P. A.; PASSERINO, L. M. Recursos pedagógicos para dispositivos móveis: uma análise com foco na matemática. *Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, n. 3, p. 1-10, 2010.
- BAYA'A, N.; DAHER. Learning mathematics in an authentic mobile environment: the perceptions of students. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, v. 3, n. 1, p. 6-14, 2009.
- BELL, E. T. *The development of mathematics*. New York, NY: Dover Publication, 1992.
- BERBEL, A. C. *Guia de informática na escola: como implantar e administrar novas tecnologias*. São Paulo, SP: Alabama, 1999.
- BERNI, R. I. G. Mediação: o conceito vygotskyano e suas implicações na prática pedagógica. In XI Simpósio Nacional de Letras e Linguística e I Simpósio Internacional de Letras e Linguística. *Anais...* Uberlândia, MG: UFU, 2006. Disponível em: http://www.filologia.org.br/ileel/artigos/artigo_334.pdf. Acesso em 01 de Agosto de 2017.
- BORBA, M. C. O ensino da matemática e as mídias digitais. *Revista Pátio*, v. 15, n. 57, p. 14-17, 2011.
- BORBA, M. C.; LACERDA; H. D. G. Políticas públicas e tecnologias digitais: um celular por aluno. *Educação Matemática Pesquisa*, v.17, n. 3, p.490-507, 2015.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. *Informática e educação matemática*. Belo Horizonte, MG: Editora Autêntica, 2005.
- BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2014.
- BRACHMANN, S. *A brief history of smartphones*. Washington, DC: IPWatchdog, 2017. Disponível em <http://www.ipwatchdog.com/2017/03/05/brief-history-smartphones/id=78727/>. Acessado em 08 de Maio de 2018.
- BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília, DF: MEC/SEF, 2000.
- BRASIL. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, DF: SEB/MEC, 2006.
- CAMAS, N. P. V. *O melhor resultado não virá pela tecnologia, mas pela compreensão do que se espera da educação*. Novas Tecnologias na Escola - Edição 100. Brasília, DF: Portal do Professor, 2014. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/conteudoJornal.html?idConteudo=3314>. Acesso em 20 de junho de 2017.
- CASSIANI, S. H. B. *Buscando significado para o trabalho: o aperfeiçoamento profissional sob a perspectiva de enfermeiras*. Ribeirão Preto, 1994. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

- COFFEY, A.; ATKINSON, P. *Making sense of qualitative data: complementary research strategies*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1996.
- COOLIDGE, J. L. The number e. *The American Mathematical Monthly*, v. 57, p. 591-602, 1950.
- COSTA, G. S. *Mobile learning: explorando potencialidades com o uso do celular no ensino-aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com alunos da escola pública*. Tese de Doutorado. Recife, PE: UFPE, 2013.
- CRUZ, M. N. *Desenvolvimento cognitivo em Vygotsky: entre os ideais da matemática e a harmonia da imaginação*. 28ª Reunião anual da ANPED, Caxambu, MG: ANPED: 2005.
- DABBAGH, N.; KITSANTAS, A. Personal learning environments, social media, and self-regulated learning: a nautical formula for connectic formal and informal learning. *Internet and Higher Education*, v. 15, p. 3-8, 2012.
- D'AMBROSIO, U. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo, SP: Editora UNESP, 1999. pp. 97-115.
- D'AMBROSIO, U. Etnomatemática. um enfoque antropológico da matemática e do ensino. In FERREIRA, M. L. (Org.). *Idéias matemáticas de povos culturalmente distintos*. Série Antropologia e Educação. São Paulo, SP: Global, 2002. pp. 25-36.
- DEDE, C.; HALL, L. Technological supports for acquiring 21st century skills. *International Encyclopedia of Education*, v. 23, p. 158-166, 2010.
- DUNHAM, W. *Euler: the master of us all*. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1999.
- ENGESTRÖM, Y. Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization, *Journal of Education and Work*, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001.
- ENGLE, G.; GREEN, T. Cell phones in the classroom: are we dialing up disaster? *TechTrends*, v. 55, n. 2, p. 39-45, 2011.
- EVES, H. *Introdução à história da matemática*. Tradução: Higyno H. Domingues. Campinas, SP: Editora UNICAMP.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. 2ed. Campinas: Autores Associados, 2009.
- FRAGOSO, S.; RECUERO, R.; AMARAL, A. *Métodos de pesquisa para internet*. Porto Alegre, RS: Sulina, 2011.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GASQUE, K. C. G. D. Teoria fundamentada: nova perspectiva à pesquisa exploratória. In MUELLER, S. P. M. (Org.). *Métodos para a pesquisa em ciência da informação*. Brasília, DF: Thesaurus, 2007. pp. 83-118.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo, SP: Atlas, 1999.
- GLASER, B.; STRAUSS, A. *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Chicago, IL: Aldine, 1967.
- GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? *Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

- IEZZI, G.; DOLCE, O.; DEGENSZAJN, D.; PERIGO, R. *Matemática: ciência e aplicações*. Volume único; São Paulo, SP: Atual, 2002.
- KAMENETZ, A. A is for app: how smartphones, handheld computers sparked an educational revolution. *Fast Company Magazine*, p. 1-2, 2010.
- KAMPFF, A. J. C.; MACHADO, J. C.; CAVEDINI, P. Novas tecnologias e educação matemática. *Revista RENOTE*, v. 2. n. 2, p. 1-11, 2004.
- KLEIMAN, A. *Texto e leitor: aspectos cognitivos da leitura*. 14. Ed. São Paulo, SP: Pontes, 2011.
- LADEIRA, V. P. *O ensino do conceito de funções em um ambiente tecnológico: uma investigação qualitativa baseada na teoria fundamentada sobre a utilização de dispositivos móveis em sala de aula como instrumentos mediáticos da aprendizagem*. Departamento de Matemática. Ouro Preto, MG: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 2015.
- LEEDY, P.; ORMROD, J. *Practical research: planning and design*. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2001.
- LEITE, L. S. *Tecnologia educacional: descubra suas possibilidades na sala de aula*. 2ª Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.
- LEONTYEV, A. N. The problem of activity in psychology. In WERTSCH, J. V. (Ed.). *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk, NY: Sharpe, 1979. pp. 37-71.
- LÉVY, P. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo, SP: Loyola, 1999.
- MAOR, E. *e: the story of a number*. Princeton, NJ: Princeton Science Library, 1994.
- MARQUES, G. C. *Funções exponenciais e logarítmicas*. Tópico 6. Licenciatura em Ciências. São Paulo, SP: USP/UNIVESP, 2010.
- MILES, M. B.; HUBERMAN, M. *Qualitative data analysis: a sourcebook of new methods*. Beverly Hills, CA: Sage Publications; 1994.
- MINAS GERAIS. Lei nº 14.486, de 9 de dezembro de 2002. Disciplina o uso de telefone celular em salas de aula, teatros, cinemas e igrejas, 2002.
- MINAS GERAIS. *Proposta curricular - CBC: Matemática ensinos fundamental e médio*. Belo Horizonte, MG: Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 2007.
- MONTEIRO, C. F. *Celular na sala de aula como alternativa pedagógica no cotidiano das escolas*. GT 16 – Educação e Comunicação. Salvador, BA: ANPEd, 2006. Disponível em: http://www.labiocomp.bio.ufba.br/twiki/pub/GEC/TrabalhoAno2006/celular_na_sala_de_aula.pdf. Acesso em 01 de Agosto de 2017.
- MORAN, J. M. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas, SP: Papirus, 2007.
- MORAES, R. O que é esta coisa chamada ciência? Ideias sobre ciência de professores de Matemática, Física, Química e Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. *Anais...* Bauru, SP: UNESP, 2003.
- MORAIS, R. G. *Geometria dinâmica como alternativa metodológica para o ensino de geometria: experiência em um curso de licenciatura em matemática*. Dissertação de Mestrado Profissional em Educação Matemática. Vassouras, RJ: Universidade Severino Sombra, 2012.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo, SP: EPU, 1999.

- MORIMOTO, C. E. *Smartphones: guia prático*. Porto Alegre, RS: Sul Editores, 2009.
- MOURA, A.; CARVALHO, A. Peddy-paper literário mediado por telemóvel. *Educação, Formação & Tecnologias*; v. 2, n. 2, p. 22-40, 2009.
- NASCIMENTO, E. G. A. Proposta de uma nova aplicação como instrumento psicopedagógica na escola: o LABGG (laboratório geogebra). *Actas da Conferência Latinoamericana de GeoGebra*. Montevideo, Uruguay: Instituto GeoGebra de Uruguay, 2012. pp. 448-455.
- NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. In NÓVOA, A. (Org.). *Os professores e sua formação*. Lisboa, Portugal: Dom Quixote, 1992.
- OLIVEIRA, A. G. *Funções e geometria: o uso de ambientes de geometria dinâmica como subsídio para a caracterização das funções quadráticas*. Dissertação DE Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Curitiba, PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
- OLIVEIRA, A. T. C. C. Reflexões sobre a aprendizagem da álgebra. *Educação Matemática em Revista*, v. 9, n. 12, p. 35–39, 2002.
- OLIVEIRA, D. P. A. *Um estudo misto para entender as contribuições de atividades baseadas nos fundos de conhecimento e ancoradas na perspectiva sociocultural da história da matemática para a aprendizagem de funções por meio da pedagogia culturalmente relevante*. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Matemática. Ouro Preto, MG: UFOP, 2012.
- OLIVEIRA, M. M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- OLIVEIRA, C. C.; ROSA, M.; HEIN, N. *Taxas, variações e funções*. São Paulo, SP: Pueri Domus Escolas Associadas, 2000.
- PATTON, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- PAVANELLO, R. M., LOPES, S. E.; ARAÚJO, N. S. R. Leitura e interpretação de enunciados de problemas escolares de matemática por alunos do ensino fundamental regular e educação de jovens e adultos (EJA). *Educar em Revista*, Número Especial, n. 1, p. 125-14-0, 2011.
- PELLI, D. *As contribuições do software geogebra como um mediador do processo de aprendizagem da geometria plana na educação a distância (EAD) em um curso de licenciatura em pedagogia*. Departamento de Matemática. Mestrado Profissional em Educação Matemática. Ouro Preto, MG: UFOP, 2014.
- PINTO, C. M. *A Teoria fundamentada como método de pesquisa*. XII Seminário Internacional de Letras. Pelotas, RS: IFF, 2012.
- PONTE, J. P. O conceito de função no currículo de Matemática. *Revista Educação e Matemática*, n. 15, p. 3-9, 1990.
- QUEM DISSE. *Quem disse*. Disponível em: <https://quemdisse.com.br/frase/todos-os-nossos-sonhos-podem-se-tornar-realidade-se-tivermos-a-coragem-de-perseguir-los/9777/> Acesso em 24 de Julho de 2017.
- RATNER, C. *A Psicologia sócio-histórica de Vygotsky: aplicações contemporâneas*. Tradução: L. L. Oliveira. Porto Alegre, RS: Arte Médicas, 1995.
- RIBAS, A. S. *Telefone celular como um recurso didático: possibilidades para mediar práticas do ensino de física*. Departamento de Matemática. Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, PA: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

- RORATTO, C. *A história da matemática como estratégia para o alcance da aprendizagem significativa do conceito de função*. Dissertação de Mestrado. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá - UEM, 2009.
- ROSA, M. *A mixed-methods study to understand the perceptions of high school leader about English language learners (ELL): the case of mathematics*. Tese de Doutorado. College of Education. Sacramento, CA: California State University, Sacramento - CSUS, 2010.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomathematics and cultural representations: teaching in highly diverse contexts. *Acta Scientia*, v. 10, n. 1, p. 27-46, 2008.
- SALMAZO, R. *Atitudes e procedimentos de alunos frente à leitura e interpretação de textos nas aulas de matemática*. Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática. São Paulo, SP: Pontifícia Universidade Católica São Paulo, 2005.
- SANCHEZ, E. A. Linguagem escrita e suas dificuldades: uma visão integradora. In COLL, C., MARCHESI, A.; PALÁCIOS, J. (Orgs.). *Desenvolvimento psicológico e educação: transtornos do desenvolvimento e necessidades educativas especiais*. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. pp. 90-112.
- SIM-SIM, I. *O ensino da leitura: a compreensão de textos. Brochuras do PNEP*. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação e Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2007.
- STRAUSS, A. L.; CORBIN, J. *Basics of qualitative research: grounded theory, procedures and techniques*. Newbury, CA: SAGE, 1990.
- TRAXLER, J. Learning in a mobile age. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, v. 1, n. 1, p. 1-1, 2009a.
- TRAXLER, J. Current state of mobile learning. In: ALLY, M. (Ed.). *Mobile learning: transforming the delivery of education and training*. Athabasca, Canada: AU Press, p. 9-24. 2009b.
- UNESCO. *Policy guidelines for mobile learning*. Paris, France: UNESCO, 2013. Disponível em: <https://goo.gl/wWPa2G>. Acessado em 09 de Maio de 2018.
- UNESCO (2014). *Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel*. Paris, France: Open Access. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf>. Acesso em 20 Junho de 2017.
- UNESCO. *Aprendizagem móvel*. Brasília, DF: Representação da UNESCO no Brasil, 2017. Disponível em <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/communication-and-information/access-to-knowledge/ict-in-education/mobile-learning/>. Acesso em 31 de Julho de 2017.
- VALENTE, J. A. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1998.
- VALENTE, J. A. *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.
- VERGARA, S. C. *Métodos de pesquisa em administração*. São Paulo, SP: Atlas, 2004.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo, SP: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1987.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo, SP: Martins Fontes, 1994.

WERBACH, K.; HUNTER, D. *For the win!* How game thinking can revolutionize your business. Filadélfia, PA: Wharton Digital Press, 2012.

WAY, J.; BEARDON, T. *ICT and primary mathematics*. Berkshire, England: Open University Press, 2003.

APÊNDICE I**QUESTIONÁRIO INICIAL**

1) Idade: _____

2) Gênero: () Feminino () Masculino

3) Renda familiar:

() Até um salário mínimo

() De dois até três salários mínimos

() De um até dois salários mínimos

() Mais que três salários mínimos

4) Essa é a primeira vez que você cursa o 1º Ano do Ensino Médio? Se não for a primeira vez, explique quais foram os motivos que fizeram com que você tivesse que repetir o ano.

5) Você já teve contato com o conteúdo de função? Se sim, cite quais funções ou se não lembrar os nomes delas você pode mencionar exemplos.

6) Em sua opinião você utiliza nas suas atividades diárias o que é ensinado nas aulas de matemática? Se você acha que sim, dê pelo menos um exemplo e explique. Se não, explique.

7) Você já utilizou algum instrumento tecnológico nas aulas de matemática? Se sim, qual(is)? O que você achou?

8) Você possui acesso à internet em casa? E na escola? Se não, explique.

9) Você considera que o acesso à internet é importante? Com que frequência você acessa a internet?

10) Você possui telefone celular ou *smartphone* com acesso a internet? Para quais atividades você o utiliza? Explique.

11) Você considera o telefone celular como algo fundamental ou como algo supérfluo em sua vida? Explique.

12) Qual a utilidade do telefone celular ou *smartphone* para sua vida cotidiana? (Dê alguns exemplos).

13) Você considera importante o uso do *smartphone* ou celular na realização de atividades de matemática? Como você o utiliza para a realização dessas atividades?

14) Para você a utilização excessiva do telefone celular ou do *smartphone* pode prejudicar o ensino e aprendizagem em matemática? Dê alguns exemplos.

15) Em sua opinião, a utilização de *smartphones* ou celulares em sala de aula de matemática é importante? E na escola? Explique.

16) Você conhece o *GeoGebra*? Sabe para que serve?

APÊNDICE II

TERMO DE ASSENTIMENTO (TA) PARA ALUNOS ENTRE 12 E 18 ANOS

Caro(a) aluno(a),

Convidamos você, após a autorização dos seus pais ou responsáveis, para participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada: POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SMARTPHONE* PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS DO *SOFTWARE GEOGEBRA*. Esta pesquisa é da responsabilidade da professora-pesquisadora, Andressa Maria da Cruz sob a orientação do Prof. Dr. Milton Rosa. O projeto dessa pesquisa foi apresentado ao diretor da escola, tendo a sua permissão para a realização dessa investigação.

As experiências vividas por você dentro ou fora da escola servirão como fonte norteadora para a elaboração de atividades que serão realizadas durante a pesquisa, com o objetivo de analisar como a utilização do *smartphone* em sala de aula pode favorecer o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais fundamentado na teoria sobre o aprendizado móvel.

Esse trabalho terá duração de aproximadamente 2 meses e as atividades acontecerão no período de Outubro de 2017 a Novembro de 2017 em sua própria escola, durante as aulas de matemática, sob a condução e orientação da professora-pesquisadora Andressa Maria da Cruz. Você participará das aulas normalmente e, só fará parte da pesquisa se desejar.

O seu anonimato será garantido, pois o seu nome não será citado em nenhum documento produzido nessa pesquisa. Nesse sentido, um nome fictício será utilizado para identificá-lo(a). Você poderá desistir de participar das atividades a qualquer momento. Para isso, será excluído desse estudo qualquer menção ou registro que mencione a sua participação nas aulas.

Se você se interessar em participar dessa pesquisa, é necessário que você autorize a sua participação nas atividades propostas, gravação em vídeo das aulas, bem como permitisse esse registros em fotos durante que serão tiradas durante a realização deste trabalho. Com esse material, será possível avaliar e analisar o desenvolvimento das atividades propostas nesse estudo, sempre buscando melhorá-lo para auxiliar na análise dos dados coletados.

É importante ressaltar que qualquer gravação, seja de voz ou imagem estará arquivada no computador da professora-pesquisadora para a sua utilização somente na análise dos dados coletados na pesquisa. Se por acaso houver necessidade da utilização de alguma imagem sua em trabalhos ou eventos científicos, neste caso será garantido o seu anonimato, pois será utilizada parte da imagem em que você não possa ser identificado(a). No caso da utilização de uma imagem que permita a sua identificação, isso só acontecerá com sua autorização e também com a autorização dos seus pais ou dos seus responsáveis.

Se, por acaso, você ou qualquer outro(a) aluno(a) se sinta tímido ou constrangido pelo fato de estar sendo filmado ou fotografado, tais desconfortos serão eliminados, pois deixaremos de filmar e fotografar para que todos se sintam a vontade e com isso se possa conduzir a pesquisa normalmente.

Também é importante destacar que as atividades envolverão a manipulação do *smartphone*, portanto, toda atividade será acompanhada pela professora-pesquisadora com o intuito de minimizar qualquer tipo de risco proveniente de sua manipulação. Mas, se mesmo assim, ao manipular do *smartphone* e você vier a sofrer algum acidente ou ferimento, você será encaminhado(a) para a coordenação pedagógica para as devidas assistências. A sua participação não envolverá qualquer gasto para você e nem para a escola, uma vez que a professora-pesquisadora e o seu orientador providenciarão todos os materiais necessários para a realização das atividades propostas neste estudo.

Caso ainda deseje qualquer esclarecimento, por favor, sinta-se à vontade para consultar a professora-pesquisadora e o seu orientador sempre que precisar e, se houver, qualquer dúvida quanto a aspectos éticos da pesquisa, sinta-se à vontade para entrar em contato como o Comitê de Ética em Pesquisa da UFOP. Todos os dados de contato seguem ao final dessa carta que ficará em seu poder.

Os dados coletados no decorrer da realização desse estudo ficarão sob a guarda da professora-pesquisadora Andressa Maria da Cruz em arquivos pessoais de aço que são apropriados para esse fim e inacessíveis a outras pessoas. Esse material ficará armazenado por um período de cinco anos após o término da pesquisa, quando será incinerado.

Se você se sentir esclarecido em relação à essa proposta e queira participar voluntariamente desta pesquisa e, também, caso os seus pais ou responsáveis legais o(a) autorizem, favor preencher e assinar o consentimento abaixo.

Assentimento do(a) aluno(a) menor de idade para participar do estudo como voluntário

Eu, _____, declaro que, já tendo o consentimento do meu responsável concordo em participar da pesquisa intitulada: Potencialidades da utilização do *smartphone* para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais como voluntário(a). Fui informado(a) e esclarecido(a) pela professora-pesquisadora sobre a pesquisa, o que será realizado, assim como os riscos que podem acontecer quando estiver participando das atividades propostas em sala de aula. Foi garantido que posso desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, sendo que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

_____, de _____ de _____

Assinatura do(a) aluno(a) menor

Prof. Dr. Milton Rosa
Campus Universitário - Morro do Cruzeiro - Bauxita
35400-000 - Ouro Preto - Minas Gerais
milton@cead.ufop.com.br
(31) 3559 – 1445

Profª. Andressa Maria da Cruz
Rua: Vasco da Gama nº 199 Bairro: Pernambuco
Bocaiuva - MG
dessamacruz@hotmail.com
(38) 999875300

Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP)
Campus Universitário – Morro do Cruzeiro – ICEB II – sala 29
cep@propp.ufop.br - (31) 3559-1368 / Fax: (31) 3559-1370

APÊNDICE III

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS PAIS OU RESPONSÁVEIS LEGAIS

Prezados Pais ou Responsáveis,

Seu(ua) filho(a) está sendo convidado(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada: POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SMARTPHONE* PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS DO *SOFTWARE GEOGEBRA*. Esta pesquisa é da responsabilidade da professora-pesquisadora, Andressa Maria da Cruz sob a orientação do Prof. Dr. Milton Rosa. O projeto dessa pesquisa foi apresentado ao diretor da escola, tendo a sua permissão para a realização dessa investigação.

As experiências vividas por seu filho(a) dentro ou fora da escola servirão como fonte norteadora para a elaboração de atividades que serão realizadas durante a pesquisa, com o objetivo de analisar como a utilização do *smartphone* em sala de aula pode favorecer o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais fundamentado na teoria sobre o aprendizado móvel.

Esse trabalho terá duração de aproximadamente 2 meses e as atividades acontecerão no período de Outubro de 2017 a Novembro de 2017 na própria escola, durante as aulas de matemática, sob a condução e orientação da professora-pesquisadora Andressa Maria da Cruz. O(a) aluno(a) participará das aulas normalmente e, só fará parte da pesquisa se desejar.

O anonimato do(a) seu(ua) filho(a) será garantido, pois o nome não será citado em nenhum documento produzido nessa pesquisa. Nesse sentido, um nome fictício será utilizado para identificá-lo(a). Ele poderá desistir de participar das atividades a qualquer momento. Para isso, será excluído desse estudo qualquer menção ou registro que mencione a sua participação nas aulas.

Se o senhor(a) autorizar seu(ua) filho(a) participar dessa pesquisa, é necessário que autorize a sua participação nas atividades propostas, bem como permitir esse registros em fotos durante as atividades que serão tiradas durante a realização deste trabalho. Com esse material, será possível avaliar e analisar o desenvolvimento das atividades propostas nesse estudo, sempre buscando melhorá-lo para auxiliar na análise dos dados coletados.

É importante ressaltar que qualquer gravação, seja de voz ou imagem estará arquivada no computador da professora-pesquisadora para a sua utilização somente na análise dos dados coletados na pesquisa. Se por acaso houver necessidade da utilização de alguma imagem sua em trabalhos ou eventos científicos, neste caso será garantido o seu anonimato, pois será utilizada parte da imagem em que seu(ua) filho(a) não possa ser identificado(a). No caso da utilização de uma imagem que permita a sua identificação, isso só acontecerá com sua autorização e também com a autorização dos seus pais ou dos seus responsáveis.

Se, por acaso, seu(ua) filho(a) ou qualquer outro(a) aluno(a) se sinta tímido ou constrangido pelo fato de estar sendo fotografado, tais desconfortos serão eliminados, pois deixaremos de filmar e fotografar para que todos se sintam a vontade e com isso se possa conduzir a pesquisa normalmente.

Também é importante destacar que as atividades envolverão a manipulação do *smartphone*, portanto, toda atividade será acompanhada pela professora-pesquisadora com o intuito de minimizar qualquer tipo de risco proveniente de sua manipulação. Mas, se mesmo assim, ao manipular do *smartphone* e o(a) aluno(a) vier a sofrer algum acidente ou ferimento, ele(a) será encaminhado(a) para a coordenação pedagógica para as devidas assistências. A participação não envolverá qualquer gasto para o senhor(a) e nem para a escola, uma vez que a professora-pesquisadora e o seu orientador providenciarão todos os materiais necessários para a realização das atividades propostas neste estudo.

Caso ainda deseje qualquer esclarecimento, por favor, sinta-se à vontade para consultar a professora-pesquisadora e o seu orientador sempre que precisar e, se houver, qualquer dúvida quanto a aspectos éticos da pesquisa, sinta-se à vontade para entrar em contato como o Comitê de Ética em Pesquisa da UFOP. Todos os dados de contato seguem ao final dessa carta que ficará em seu poder.

Os dados coletados no decorrer da realização desse estudo ficarão sob a guarda da professora-pesquisadora Andressa Maria da Cruz em arquivos pessoais de aço que são apropriados para esse fim e inacessíveis a outras pessoas. Esse material ficará armazenado por um período de cinco anos após o término da pesquisa, quando será incinerado.

Se você se sentir esclarecido em relação à essa proposta e queira autorizar seu filho a participar desta pesquisa favor preencher e assinar o consentimento abaixo.

Eu, _____, declaro que autorizo e concordo com a participação voluntária do meu(inha) filho(a) na pesquisa intitulada: *Potencialidades da*

utilização do smartphone para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais como Fui informado(a) e esclarecido(a) pela professora-pesquisadora sobre a pesquisa, o que será realizado, assim como os riscos que podem acontecer quando estiver participando das atividades propostas em sala de aula. Foi garantido que posso desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, sendo que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

_____, ____ de _____ de 2017.

Prof. Dr. Milton Rosa
Campus Universitário - Morro do Cruzeiro - Bauxita
35400-000 - Ouro Preto - Minas Gerais
milton@cead.ufop.com.br
(31) 3559 – 1445

Assinatura dos pais ou responsáveis

Profa. Andressa Maria da Cruz
Rua: Vasco da Gama nº 199 B: Pernambuco
Bocaiuva - MG
dessamatercruz@hotmail.com
(38) 999875300

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFOP)
Campus Universitário – Morro do Cruzeiro – 35.400-000 – Ouro Preto – MG – Brasil

APÊNDICE IV

Termo de consentimento para uso de imagem

Solicitamos a sua autorização para utilizar a imagem a seguir para os trabalhos de divulgação estritamente vinculados à pesquisa intitulada POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SMARTPHONE* PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS DO *SOFTWARE GEOGEBRA* a ser realizada pela professora-pesquisadora Andressa Maria da Cruz sob a orientação do Prof. Dr. Milton Rosa da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

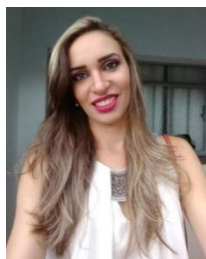


Foto meramente ilustrativa da professora-pesquisadora, Andressa Maria da Cruz.

Autorizamos o uso desta imagem em trabalhos estreitamente vinculados à pesquisa.

Nome de um pai ou responsável: _____

Assinatura do pai / responsável: _____

Nome do(a) filho(a) participante: _____

Assinatura do(a) filho(a) participante: _____

_____, ____ de _____ de _____.

Cidade

Data

Prof. Dr. Milton Rosa
Campus Universitário - Morro do Cruzeiro - Bauxita
35400-000 - Ouro Preto - Minas Gerais
milton@cead.ufop.com.br
(31) 3559 – 1445

Profa. Andressa Maria da Cruz
Rua: Vasco da Gama nº 199 Bairro: Pernambuco
Bocaiúva - MG
dessamatacruz@hotmail.com
(38) 999875300

Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP)
Campus Universitário – Morro do Cruzeiro – ICEB II – sala 29
cep@propp.ufop.br - (31) 3559-1368 / Fax: (31) 3559-1370

APÊNDICE V**QUESTIONÁRIO FINAL**

1) Para você a utilização do *smartphone* ou do celular nas atividades matemáticas é importante? Explique.

2) A utilização do *smartphone* ou do celular auxiliou você na realização das atividades propostas em sala de aula? Se sim, como? Se não, explique.

3) Você teve alguma dificuldade para utilizar o telefone celular ou o *smartphone* durante a realização das atividades propostas? Quais? Explique.

4) Você teve alguma dificuldade para utilizar o *software GeoGebra* durante a realização das atividades propostas? Quais? Explique.

5) A utilização do telefone celular ou do *smartphone* auxiliou você no entendimento do conteúdo matemático de função exponencial? Dê alguns exemplos.

6) Explique como a utilização do *software GeoGebra* auxiliou você na resolução das atividades relacionadas com a função exponencial.

APÊNDICE VI

BLOCOS DE ATIVIDADES DO REGISTRO DOCUMENTAL

As atividades do registro documental serão realizadas em grupos de 2 ou 3 alunos e em três blocos distintos:

a) Primeiro bloco de atividades: RELEMBRANDO CONCEITOS DE POTENCIAÇÃO

A professora-pesquisadora iniciará a sua pesquisa lembrando as propriedades de potenciação. Após a explicação e a resolução de exemplos, os alunos realizarão atividades envolvendo as propriedades de potenciação, bem como questões contextualizadas que utilize potências.

A professora-pesquisadora solicitará para os alunos que baixem em casa seus telefones celulares (desde que seja *Android*) ou *smartphones* o aplicativo do *software GeoGebra*.

Para os alunos que, por algum motivo, não baixarem esse aplicativo, a professora-pesquisadora vai rotear internet do próprio celular no dia em que começar o desenvolvimento do segundo bloco e antes que se inicie a realização das atividades propostas em sala de aula.

b) Segundo bloco de atividades: INTUICIONANDO: ENTENDENDO FUNÇÕES EXPONENCIAIS

Em sala de aula, a professora-pesquisadora apresentará 4 situações-problema por meio das quais os alunos poderão explorar de maneira intuitiva a definição de função exponencial com o auxílio do *smartphone*.

c) Terceiro bloco de atividades: MÃOS À OBRA!: INTRODUÇÃO À FUNÇÃO EXPONENCIAL

Em sala de aula a professora-pesquisadora apresentará o aplicativo para que os alunos possam explorar os seus comandos até descobrirem como se constrói um gráfico qualquer.

Em seguida, a professora apresentará algumas situações para a introdução das funções exponenciais por meio de exemplos de situações cotidianas, apresentando, em seguida, a definição de função exponencial e desenvolverá as atividades para construção de gráficos de funções exponenciais.

Por exemplo, de acordo com Iezzi, Dolce, Degenszajn e Périgo (2002), a função exponencial pode ser definida como “qualquer função f de \mathbb{R} em \mathbb{R} dada por uma lei da forma $f(x) = a^x$, em que a é um número real dado, $a > 0$ e $a \neq 1$ ”(p. 97).

A professora-pesquisadora mediará esse processo para verificar se os alunos conseguem perceber as principais características e particularidades dos gráficos das funções exponenciais.

Durante esse processo, a professora-pesquisadora mediará o processo de formalização das situações apresentadas facilitando o envolvimento dos alunos no desenvolvimento de outras formalizações para as situações-apresentadas.

Contudo, para isso, a professora-pesquisadora, por exemplo, argumentará com os participantes sobre quais as características dos gráficos dependendo do valor da base, se tem algum ponto presente em todos os gráficos da função exponencial.

d) Quarto bloco de atividades: COLOCANDO EM PRÁTICA: FUNÇÃO EXPONENCIAL CONTEXTUALIZADA

Em sala de aula, a professora-pesquisadora proporá atividades contextualizadas envolvendo função exponencial.

Os alunos discutirão sobre as situações-problema propostas, julgando-as para verificar se possuem relação com o conteúdo matemático estudado.

A professora-pesquisadora mediará esse processo para verificar se os alunos conseguem perceber se essas situações estão relacionadas com as ideias, noções, relações e propriedades de função exponencial.

BLOCO DE ATIVIDADES I: RELEMBRANDO CONCEITOS DE POTENCIAÇÃO

- 1) Em um estacionamento há 4 automóveis, em cada automóvel há 4 rodas e em cada roda há 4 parafusos. Qual é o total de parafusos desses 4 automóveis?
-

2) Em uma rua há duas casas e em cada casa há dois galinheiros. Em cada galinheiro há dois cercados, em cada há duas galinhas, e cada galinha tem dois pintinhos. Qual o total de pintinhos dessas casas?

3) Considere o seguinte problema:

Com apenas oito laranjeiras
formei o meu pomar.
São grandes e formosas,
bonitas de se olhar.

Cada uma com oito galhos,
cada galho com oito ramos,
cada ramo com oito frutas.

Contando com paciência,
um número de frutas encontrarei,
e na forma de potência
eu o escreverei...

a) É possível a representação da quantidade de frutas em forma de potência? Explique.

b) Quantas laranjas existem no pomar? Mostre como você resolveu essa questão.

4) Na segunda-feira 10 pessoas ficaram sabendo de uma fofoca. Na terça-feira cada uma contou a fofoca para outras 10, e estas, na quarta-feira, contaram para outras 10. Nenhuma dessas pessoas sabia da notícia antes.

a) Quantas pessoas ficaram sabendo da notícia na quarta-feira?

b) Até quarta-feira, quantas pessoas já sabiam da notícia?

5) O filme **Avatar** nos conduz por um mundo espetacular além da imaginação, no qual um herói relutante embarca numa aventura épica, e acaba lutando para salvar o mundo alienígena que aprendeu a chamar de lar (<http://cinema10.com.br/filme/avatar>).

Figura 7: Filme Avatar



Fonte: Página do Cinema 10¹

A censura do filme *Avatar* é **14 anos**. Se **x** é a idade de meu amigo, resolva a expressão a seguir e descubra se ele poderia assistir ao filme respeitando a classificação indicada.

$$x = 40 - [5^2 + (2^3 - 5)] =$$

6) Mariana tinha 7 bolsas. Em cada bolsa 7 estojos. Em cada estojo 7 canetas. Quantas canetas ela tinha no total?

7) Em um programa de condicionamento físico, uma pessoa deve correr durante 6 dias. A cada dia deve percorrer uma distância igual ao dobro do dia anterior. Comecei o programa na segunda-feira correndo 100 m, quantos metros correrei em 7 dias?

8) Pedro recebeu um e-mail com uma mensagem de amizade. No 1º dia, ele enviou esse e-mail para 4 pessoas. Essas 4 pessoas leram no 2º dia e enviaram para mais 4 pessoas e assim sucessivamente. Quantas pessoas leram o e-mail no 4º dia considerando que todas as pessoas fizeram os procedimentos acima?

9) Um gato come 5 ratos por dia. Quantos ratos 5 gatos comem em 5 dias?

- a) 15
- b) 25
- c) 125
- d) 625

10) Manuel deu, a cada um dos seus 7 amigos, 7 pacotes de 7 figurinhas cada. Quantas figurinhas ele deu, no total?

- a) 21
- b) 14
- c) 49
- d) 343

¹ Disponível em: <http://cinema10.com.br/noticias/confira-as-novas-imagens-da-super-producao-avatar>. Acesso em ago. 2017.

BLOCO DE ATIVIDADES II: INTUICIONANDO: ENTENDENDO FUNÇÕES EXPONENCIAIS

Explorar de maneira intuitiva a definição de função exponencial com o auxílio do *smartphone* e do *software GeoGebra*.

OBJETIVO: Explorar e intuir situações-problema que podem motivar ou introduzir os alunos, de maneira, intuitiva ao estudo de funções exponenciais.

1) O CASO DO VAMPIRO

Sabe-se que o vampiro, uma vez por semana, tem que sugar o sangue humano e que a pessoa humana atacada pelo vampiro também se torna um vampiro. Prove que não existe vampiro.

2) UM CASO DE REPRODUÇÃO

Uma determinada espécie de alga se reproduz, dividindo-se em 2 a cada dia. Assim, no primeiro dia temos 1, no segundo dia temos 2, no terceiro temos 4, no quarto dia temos 8, e assim por diante. Se começando por uma dessas algas, um lago é totalmente coberto em 30 dias, quantos dias serão necessários para que as algas cubram metade do lago?

3) UMA RECOMPENSA RIDÍCULA

Conta a lenda que um rei solicitou aos seus súditos que lhe inventassem um novo jogo, a fim de diminuir o seu tédio. O melhor jogo teria direito a realizar qualquer desejo. Um dos seus súditos inventou, então, o jogo de xadrez. O Rei ficou maravilhado com o jogo e viu-se obrigado a cumprir a sua promessa. Chamou, então, o inventor do jogo e disse que ele poderia pedir o que desejasse. O astuto inventor pediu então que as 64 casas do tabuleiro do jogo de xadrez fossem preenchidas com moedas de ouro, segundo a seguinte condição: na primeira casa seria colocada uma moeda e em cada casa seguinte seria colocado o dobro de moedas que havia na casa anterior e, assim, sucessivamente. O rei conseguiu pagar a recompensa para o inventor do jogo? Explique a sua resposta.

(Adaptado de a *Lenda sobre a Origem do Jogo de Xadrez*, do livro *O Homem que Calculava*, escrito por Malba Tahan).

4) O CASO DA CORRENTE

Numa determinada cidade de 60.000 habitantes, é instalada uma indústria que produz bicicletas. Para comemorar a inauguração, é lançada uma campanha promocional que permite que se adquira uma bicicleta pela quinta parte de seu preço, ou seja, com 80% de desconto. A promoção será realizada através de uma “corrente”, onde a pessoa só poderá participar se preencher uma carta de adesão de alguém que já faça parte da campanha. . Estando participando da “corrente”, a pessoa deve arrumar cinco amigos interessados, para enviar as cartas, arrecadando de cada um, a quinta parte do preço da bicicleta e enviar para a indústria que promove a “corrente”. Deste modo, cada um dos cinco amigos que recebe a carta de adesão, deverá enviá-la para mais cinco, e assim por diante. Verifica-se que a indústria que promove a campanha recebe o valor total da bicicleta enquanto o participante recebe o seu prêmio. Para o início da campanha, a indústria distribui cem cartas de adesão e cada participante tem sete dias para vender as cinco parcelas da bicicleta. A continuidade da corrente é possível? Todas as cem pessoas conseguirão receber o prêmio? Explique o seu raciocínio e demonstre como chegou nessa conclusão.

- 5) Nessas situações-problema, qual é a relação existente entre o tempo e o espaço?
- 6) Como essas situações-problema podem ser representadas graficamente?
- 7) Como essas situações-problema podem ser representadas matematicamente?
- 8) É possível representar essas situações no *software Geogebra*? Como?
- 9) Utilize o seu *smartphone* para encontrar, na internet, situações-problemas semelhantes às essas.
- 10) Amanhã, no trajeto da escola para a sua casa ou em outros ambientes, utilize o seu *smartphone* para tirar fotos ou realizar um vídeo de outras situações similares, trazendo-os para a sala de aula para posterior discussão.

BLOCO DE ATIVIDADES III: MÃOS À OBRA: INTRODUÇÃO A FUNÇÃO EXPONENCIAL

Explorando a definição de função exponencial e as características do seu gráfico através do *software GeoGebra* com a utilização do dispositivo móvel *smartphone* ou telefone celular.

OBJETIVO: Explorar e inferir sobre as características da função exponencial a partir de seus gráficos.

- 1) Ao instalar o *GeoGebra*, um atalho será criado na sua área de trabalho. Para começar a utilizá-lo, basta dar um clique sobre esse atalho.
- 2) Agora, observem a tela inicial do programa (Figura 8), explore as ferramentas, como utilizá-las, para que servem, experimente até que descubram como se constrói um gráfico.

Figura 8: Tela inicial do *GeoGebra*



Fonte: Professora-pesquisadora

3) Vamos plotar os gráficos das funções abaixo no mesmo sistema de coordenadas do *GeoGebra*:

Observe que para obter a função $f(x) = 3^x$ por exemplo, deve-se selecionar o comando ABC (abaixo da caixa de entrada) e digitar na caixa de entrada f selecionar o comando 123 e clicar em (que automaticamente apareceram os dois parênteses) e depois selecionar novamente o comando ABC para digitar x dentro dos parênteses em seguida clicar fora dos parênteses (dentro da caixa), posteriormente volte para o comando 123 digita primeiramente igual em seguida 3 e por último a^b. Voltar para o comando ABC e digitar x e o gráfico aparecerá.

$$f(x) = 3^x$$

Para plotar outro gráfico, num mesmo sistema de coordenadas, basta clicar em cima do gráfico e uma nova caixa de entrada aparecerá.

$$g(x) = 1,5^x$$

$$q(x) = 0,2^x$$

$$r(x) = 0,7^x$$

Para que possa observar melhor as funções plotadas basta clicar na setinha apontando para baixo do lado direito das funções e aplicar zoom como normalmente faz em fotos.

4) Observe todos os gráficos e as leis da função que o originaram. A seguir responda:

a) Qual é a característica comum a todos os gráficos?

b) Qual é a característica comum aos gráficos das funções $f(x)$ e $g(x)$?

c) Observe a lei de formação das funções constantes $f(x)$ e $g(x)$ o que elas têm em comum, fora o expoente?

d) Qual é a característica comum aos gráficos das funções $q(x)$ e $r(x)$?

e) Observe a lei de formação das funções constantes $q(x)$ e $r(x)$, o que elas têm em comum, fora o expoente?

5) De acordo com suas respostas anteriores, conclua:

a) O gráfico da função exponencial da forma $f(x) = a^x$ sempre passa pelo ponto

b) A função exponencial da forma $f(x) = a^x$ é crescente quando _____

c) A função exponencial da forma $f(x) = a^x$ é decrescente quando _____

6) Crie um exemplo de função exponencial decrescente e outro crescente. Construa seus gráficos usando o *GeoGebra* para verificar se os exemplos estão corretos.

7) Observe o que acontece no gráfico da função quando o expoente passa a ser uma expressão como, por exemplo, $y = 3^{x+1}$. Para isso, construa o gráfico das funções $y = 3^{x+1}$ e $f(x) = 3^x$ num novo sistema de coordenadas, sempre observando as modificações que ocorrem em relação as funções.

O que você observou?

8) Em um novo sistema de coordenadas, verifique o que acontece quando somamos diferentes valores ao x :

a) $f(x) = 2^x$ (esta é a mais simples)

b) $g(x) = 2^{x+1}$

c) $h(x) = 2^{x+2}$

d) $q(x) = 2^{x+3}$

O que você observou?

9) Em um novo sistema de coordenadas, verifique o que acontece quando subtraímos diferentes valores ao x :

a) $f(x) = 2^x$ (esta é a mais simples)

b) $g(x) = 2^{x-1}$

c) $h(x) = 2^{x-2}$

d) $q(x) = 2^{x-3}$

O que você observou?

10) Em um novo sistema de coordenadas, verifique o que acontece quando multiplicamos x por diferentes valores:

a) $f(x) = 2^{2x}$ (esta é a mais simples)

b) $g(x) = 2^{3x}$

c) $h(x) = 2^{4x}$

O que você observou?

11) Em um novo sistema de coordenadas construa as funções $f(x) = 5^x$, $g(x) = 5^{\frac{x}{2}}$ e $h(x) = 5^{\frac{x}{3}}$, compare-as e depois responda o que acontece com o gráfico da função quando dividimos a variável por um número natural diferentes de zero?

BLOCO DE ATIVIDADES IV: COLOCANDO EM PRÁTICA FUNÇÃO EXPONENCIAL CONTEXTUALIZADA

Explorando a definição de função exponencial e as características do seu gráfico através do *software GeoGebra*.

OBJETIVO: Explorar e inferir as características da função exponencial a partir de gráficos.

Após a interpretação dos problemas e se achar necessário utilize o *software Geogebra* para resolução. Anote as resoluções!

1) Qual das opções você escolheria como financeiramente a mais vantajosa para comprar um cavalo puro sangue, justifique sua escolha.

1ª OPÇÃO) R\$1.000,00 pelo primeiro dente, R\$2.000,00 pelo segundo, R\$ 4.000,00 pelo terceiro dente e assim por diante.

2ª OPÇÃO) R\$5.000,00 por cada dente.

2) Um pai resolve distribuir uma mesada para cada um dos dois filhos da seguinte forma:

1ª OPÇÃO) O filho mais novo receberá R\$1,00 no primeiro mês e dobra a quantia a cada mês em relação ao mês anterior;

2ª OPÇÃO) O filho mais velho receberá R\$150,00 por mês e com aumento da mesma quantia a cada mês, ou seja, mais R\$150,00 a cada mês;

De acordo com essas condições qual o filho que receberá maior quantia após 12 meses? Justifique.

3) Na compra de uma moto, uma concessionária estava oferecendo as seguintes propostas aos clientes:

1ª OPÇÃO) O cliente levaria a moto para pagar em 15 meses com parcelas iniciando por R\$2,00 e dobrando esse valor mês a mês até o prazo final.

2ª OPÇÃO) O cliente efetuará os pagamentos mensais com parcelas fixas de R\$200,00.

Em qual das opções de pagamento o cliente teria mais vantagens financeiras?

4) (PUC/MG - adaptada) - O número de bactérias em um experimento duplica a cada meia hora. Se, inicialmente, existem 8 bactérias no experimento, ao fim de 6 horas o número de bactérias será:

a) 2^6

b) 2^8

c) 2^9

d) 2^{12}

e) 2^{15}

5) (Unit-SE) Uma determinada máquina industrial se deprecia de tal forma que seu valor, t anos após a sua compra, é dado por $v(t) = v_0 \cdot 2^{-0,2t}$ em que v_0 é uma constante real. Se, após 10 anos, a máquina estiver valendo R\$ 12 000,00, determine o valor que ela foi comprada.

6) (EU-PI) Suponha que, em 2003, o PIB (Produto Interno Bruto) de um país seja de 500 bilhões de dólares. Se o PIB crescer 3% ao ano, de forma cumulativa, qual será o PIB do país em 2023, dado em bilhões de dólares? Use $1,0320 = 1,80$.

ANEXO I

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA



SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

ESCOLA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Autorizo a pesquisadora Andressa Maria da Cruz (Orientanda) e Milton Rosa (Orientador) do Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto a realizarem a pesquisa intitulada “POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SMARTPHONE* PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS DO *SOFTWARE GEOGEBRA*” com os alunos do Primeiro Ano do Ensino Médio, de acordo com as tarefas previstas no projeto de pesquisa.

Bocaiuva – MG, _____ de Agosto de 2017.

Diretor

Escola

ANEXO II

AUTORIZAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A) DA DISCIPLINA



SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS ESCOLA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Autorizo a pesquisadora (Orientanda) Andressa Maria da Cruz e Milton Rosa (Orientador) do Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto a realizarem a pesquisa intitulada “POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SMARTPHONE* PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS ATRAVÉS DO *SOFTWARE GEOGEBRA*” com os alunos do Primeiro Ano do Ensino Médio, de acordo com as tarefas previstas no projeto de pesquisa.

Bocaiuva – MG, _____ de Agosto de 2017.

Professora

Escola