



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

**INSTITUTO DO NOROESTE FLUMINENSE DE EDUCAÇÃO
SUPERIOR**

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO COMPLEMENTO FLUBAROO
PARA AVALIAÇÃO EM GEOMETRIA ANALÍTICA:
UM ESTUDO DE CASO**

DIRCILENE VAL FERREIRA TOSTES

MESTRADO EM ENSINO

Santo Antônio de Pádua - RJ

2017

DIRCILENE VAL FERREIRA TOSTES

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO COMPLEMENTO FLUBAROO
PARA AVALIAÇÃO EM GEOMETRIA ANALÍTICA:
UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Universidade Federal Fluminense, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino, sob orientação do Professor Doutor Marcelo de Oliveira Dias.

Santo Antônio de Pádua - RJ

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE UFF/SDC/BINF

T716 Tostes, Dircilene Val Ferreira.

Proposta de utilização do Complemento Flubaroo para avaliação em Geometria Analítica: um estudo de caso / Dircilene Val Ferreira Tostes. - Santo Antônio de Pádua, 2017.
126 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ensino). - Universidade Federal Fluminense, Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, 2017.

Bibliografia: f. 94-99.

Orientador Marcelo de Oliveira Dias.

1. Avaliação em Matemática. 2. Complemento Flubaroo. 3. Engenharia Didática. I. Dias, Marcelo de Oliveira. II. Título.

CDD 516.3

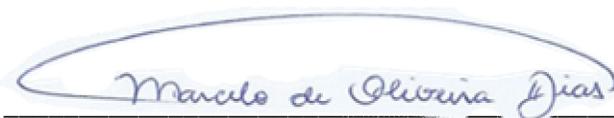
DIRCILENE VAL FERREIRA TOSTES

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO COMPLEMENTO FLUBAROO
PARA AVALIAÇÃO EM GEOMETRIA ANALÍTICA:
UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Aprovada em 11 de dezembro de 2017.

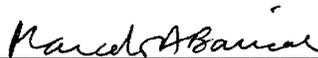
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Dias - UFF - Orientador



Prof. Dra. Georgia Regina Rodrigues Gomes – UFF



Prof. Dr. Marcelo Almeida Bairral - UFRRJ

Santo Antônio de Pádua – RJ
2017

Dedico este trabalho aos mais próximos:

A Deus, pelo sentido da vida.

Ao meu marido Josilton, por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos filhos Lucas, Neemias e Ester, meus maiores presentes.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Dias, referência para mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida e pela graça de tornar possível esta conquista!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Dias, por ser incentivador, por acreditar em meu potencial de uma forma que eu não acreditava ser capaz de corresponder. Obrigada por sua disponibilidade na impecável condução deste trabalho!

À Comissão Examinadora pelos direcionamentos e contribuições. Vocês foram e serão referências para meu crescimento!

Aos demais professores do Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior (INFES) da Universidade Federal Fluminense (UFF), por todos os ensinamentos.

Agradeço aos amigos da segunda turma do PPGEn, por juntos acreditarmos nesta conquista. Obrigada pela amizade!

Ao meu atual diretor, João Paulo de Oliveira Faria, por todo apoio dispensado a mim durante esse período de estudo, pelos inúmeros incentivos e por não medir esforços ao acreditar na importância da formação.

Às professoras de Matemática do CIEP 263 Lina Bo Bardi que participaram da pesquisa, por suas valiosas contribuições, as quais tornaram possível a concretização deste trabalho.

Agradeço ao meu marido Josilton Tostes, pelo apoio incondicional, servindo-me de inspiração na condução deste sonho, por me incentivar, fazendo-me acreditar que era possível.

Aos meus filhos, fonte de inspiração, que, por acreditarem em mim, me incentivaram a fazer o melhor. Obrigada pelo amor incondicional!

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigada!

A formação do professor deve ocorrer de forma permanente e para a vida toda.

Sempre surgirão novos recursos, novas tecnologias e
novas estratégias de ensino e aprendizagem.

(Jordão, 2009)

RESUMO

A presente dissertação apresenta resultados de uma pesquisa do tipo Estudo de Caso realizada junto aos professores de Matemática do Ensino Médio e Curso Normal¹ de uma escola pública da cidade de Itaperuna/RJ², o CIEP 263 Lina Bo Bardi. O objetivo foi incentivar o uso de tecnologias digitais e analisar as contribuições do complemento *Flubaroo*, com suas ferramentas e potencialidades para a prática de avaliação de Geometria Analítica, motivando o processo, a execução de atividades e examinando o desenvolvimento profissional docente com a utilização desse complemento. A escolha dos conteúdos de Geometria Analítica está vinculada à existência de situações envolvendo medidas, distâncias que permitem contextualizar conceitos presentes no currículo de Matemática, os quais foram abordados por meio do *software Graphing Calculator*. Para análise do desenvolvimento profissional, foi adotada como metodologia de pesquisa a Engenharia Didática desenvolvida por Artigue (1988), com relato das reflexões vivenciadas nas quatro fases propostas por esta metodologia, atribuindo ao professor autonomia, observada também no Estudo de Caso, configurando uma imersão nessa realidade. Foram aplicados questionários para registrar as concepções dos docentes quanto ao uso da tecnologia no processo avaliativo, os quais foram analisados por meio de gráficos e pela categorização, feita a partir Análise de Conteúdos de Bardin. Registrou-se a criação de situações didáticas desenvolvidas pelos participantes na experimentação, comparação das análises *a priori* e *a posteriori*, verificando se as questões iniciais foram respondidas, analisando a validação de todas as fases desenvolvidas. A investigação possibilitou discussões em torno do uso de tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas, trazendo contribuições para a prática de avaliação.

Palavras-chave: Avaliação em Matemática; Complemento *Flubaroo*; Engenharia Didática.

¹ Curso com ênfase na formação de professores de Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental, MEC Parecer CEB nº 01/99 de 29/01/99.

² Município do Noroeste Fluminense, estado do Rio de Janeiro, dista cerca de 313 km da capital do estado, a cidade do Rio de Janeiro.

ABSTRACT

The present dissertation presents results of a research of the type Case Study carried out with the teachers of Mathematics of the High School and Teacher Education Course[1] of a public school in the town of Itaperuna/RJ[2], CIEP 263 Lina Bo Bardi. The objective was to encourage the use of digital technologies and to analyze the contributions of the Flubaroo complement, with its tools and potentialities, for the practice of Analytical Geometry assessment, motivating the process, executing activities and examining the professional development of teachers with the use of this complement. The choice of the contents of Analytical Geometry is linked to the existence of situations involving measures, distances that allow to contextualize concepts present in the Mathematics curriculum, which have been approached through the Graphing Calculator software, that allows numerical, algebraic and geometric representations of the same mathematical object. In order to analyze the professional development, the Didactic Engineering, developed by Artigue (1988), was adopted as a research methodology with reflections experienced in the four phases proposed by this methodology, attributing to the teacher autonomy, also observed in the Case Study, configuring an immersion in this reality. Questionnaires were applied to register teachers' conceptions regarding the use of technology in the evaluation process, which were analyzed by means of graphs and by category, based on Bardin Content Analysis. Creation was recorded of didactic situations that were developed by the participants in the experiment, comparison of a priori and a posteriori analyses, verifying if the initial questions were answered, analyzing the validation of all phases developed. The research allowed discussions about the use of digital technologies as pedagogical tools, bringing different contributions to the evaluation practice.

Keywords: Assessment in Mathematics; Flubaroo complement; Didactic Engineering.

[1] Course with emphasis in the formation of teachers of Childhood Education and early years of Elementary School (MEC, Parecer CEB n° 01/99 de 29/01/99).

[2] Municipality of Noroeste Fluminense, state of Rio de Janeiro. A town which is located 313 km from the capital of the in the state of Rio de Janeiro.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Listagem das pesquisas consultadas.....	30
Quadro 2 - Perfil dos professores participantes da pesquisa	76
Quadro 3 - Produções desenvolvidas como desdobramento da pesquisa.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inep apresenta resultados do Saeb/Prova Brasil 2015	21
Figura 2 - Desempenho médio dos participantes por área do conhecimento.....	22
Figura 3 - Conhecimentos do Profissional Docente	36
Figura 4 - Elementos envolvidos na Teoria das Situações Didáticas	47
Figura 5 - Mapa Conceitual da Engenharia Didática.....	54
Figura 6 - Marcação de pontos no plano cartesiano	62
Figura 7 – Reta definida por dois pontos	63
Figura 8 - Circunferência	63
Figura 9 - Cabeçalho da Avaliação.....	68
Figura 10 - Questão proposta	68
Figura 11 – Resultado a partir do gráfico de setores	69
Figura 12 - Formulário de respostas	69
Figura 13 - Planilha avaliada/Análise dos resultados	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Uso de TIC nas aulas de Matemática.....	77
Gráfico 2- O <i>software Graphing Calculator</i> e o complemento <i>Flubaroo</i> potencializaram a estruturação e avaliação em Geometria Analítica	82
Gráfico 3 - O <i>software Graphing Calculator</i> oferece contribuição para a prática docente	83
Gráfico 4 - Motivação ao uso de TIC apesar dos entraves.....	83

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise de frequência de respostas dos professores sobre a pesquisa, se esta contribuiu para a prática docente.....84
- Tabela 2** - Análise de frequência de respostas dos professores sobre o uso do *software Graphing Calculator*, se este pode contribuir para o ensino e a construção do conhecimento dos conteúdos de Geometria Analítica.....85
- Tabela 3** - Análise de frequência de respostas dos professores sobre a avaliação com TIC.....85
- Tabela 4** - Análise de frequência de respostas dos professores sobre a transposição dos conteúdos curriculares de Geometria Analítica (G.A.), a partir da integração do software e do Complemento *Flubaroo*.....86
- Tabela 5** - Análise de frequência de respostas dos professores sobre possíveis reflexões e contribuições da Engenharia Didática para a prática docente.....87
- Tabela 6** - Análise de frequência de respostas dos professores sobre a integração de tecnologias no processo avaliativo, o Complemento *Flubaroo*.....87

LISTA DE SIGLAS

ANPEd – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETIC – Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação
CNE – Conselho Nacional de Educação
CONINF – Congresso de Interdisciplinaridade do Noroeste Fluminense
CTDEM – Currículo e Tecnologias Digitais em Educação Matemática
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais
DOU – Diário Oficial da União
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
GEPEN – Grupo de Estudo e Pesquisas em Educação Matemática
GT – Grupo de Trabalho
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
INFES – Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC – Ministério da Educação
NCTM – *National Council of Teachers of Mathematics*
OCNEM – Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEF – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PPGEM – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática
PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RJ – Rio de Janeiro
SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica
SEEDUC-RJ – Secretaria de Estado de Educação do Estado do Rio de Janeiro
SPEM/RJ – Seminário de Pesquisa em Educação Matemática / Rio de Janeiro
TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação
UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense
UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFF – Universidade Federal Fluminense

UFG – Universidade Federal de Goiás

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

USP – Universidade de São Paulo

IREM – Instituto de Investigação do Ensino de Matemática

IUFM – Instituto Universitário de Formação de Professores

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Definição do Problema	20
1.2 Justificativa: Motivação e Inserção em um grupo.....	24
1.3 Objetivos	26
1.4 Estrutura do trabalho.....	26
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3 REFERENCIAL TEÓRICO	34
3.1 Desenvolvimento Profissional Docente.....	34
3.1.1 Conteúdo curricular.....	38
3.1.2 Tecnologia no Currículo.....	40
3.1.3 Teoria das Situações Didáticas	46
3.1.4 A Engenharia Didática	48
3.1.5 Perspectivas da avaliação da aprendizagem.....	54
4 METODOLOGIA	60
4.1 A abordagem de conteúdos de Geometria Analítica por meio do <i>software</i> <i>Graphing Calculator</i>	61
4.2 O <i>Flubaroo</i> como ferramenta de avaliação.....	64
4.3 Procedimentos da pesquisa	71
4.3.1 Análises preliminares.....	73
4.3.2 Concepção e análise <i>a priori</i> das situações didáticas.....	79
4.3.3 Experimentação.....	79
4.3.4 Análise <i>a posteriori</i> e validação	81
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
5.1 Contribuições.....	92
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICES	100
APÊNDICE A - Questionário 1: Perfil docente/ Utilização de recursos tecnológicos .	100
APÊNDICE B - Instalação e execução de atividades usando o <i>software</i> <i>Graphing Calculator</i>	101
APÊNDICE C - Avaliação de Matemática - Geometria Analítica.....	108

APÊNDICE D - Organização de Atividades nos Formulários <i>Google</i> e Instalação do Complemento <i>Flubaroo</i>	112
APÊNDICE E - Questionário II: Avaliação da Sequência Didática	125
APÊNDICE F - Questionário III: Avaliação do desenvolvimento da Pesquisa	126

1 INTRODUÇÃO

Vivencia-se, atualmente, uma grande ascensão dos recursos tecnológicos³ e uma busca constante por novas informações, as quais motivam a presente pesquisa e estimulam os atores, no âmbito da Educação, a buscarem diferentes alternativas para ensinar, aprender e avaliar. Com vistas à melhoria do sistema educativo, existem demandas de abordagens que incorporam aspectos pedagógicos, alicerçando os professores a construírem no próprio local de trabalho condições propícias a repensar suas práticas pedagógicas.

Essa realidade se assemelha a um Estudo de Caso, por proporcionar ao professor se colocar no papel de administrador numa autêntica situação de gestão, possibilitando uma aproximação da realidade muito maior do que as tradicionais aulas expositivas (GIL, 2004, p. 8, *apud* VASCONCELOS, p.2).

Portanto, a pesquisa aponta a utilização de tecnologias digitais, usando a mobilidade do celular, que é de fácil acesso, trazendo contribuições à prática de atividades de avaliação. Não se trata, portanto, de mudar o instrumento de forma de avaliação, mas, sim, de propor uma ferramenta tecnológica que pode trazer contribuições para a prática de avaliação, evidenciando o complemento *Flubaroo* como um instrumento de correção automática que poderá potencializar a organização e o trabalho docente e também o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Nessa perspectiva, Jordão (2009, p.12) salienta que:

O professor é o primeiro ator que deve mudar sua forma de pensar e agir na educação, pois existe uma grande tendência de repetição, em sala de aula, dos modelos que funcionaram na aprendizagem deste. Por este motivo, a formação do professor deve ocorrer de forma permanente e para a vida toda. Sempre surgirão novos recursos, novas tecnologias e novas estratégias de ensino e aprendizagem.

A utilização das tecnologias no âmbito pedagógico é tema de discussão mundial. Na área de Educação Matemática, o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM - Conselho Nacional de Professores de Matemática) aponta o uso de ferramentas matemáticas, como objetos manipuláveis, régua, transferidor, compasso, calculadora e de tecnologia para o ensino de matemática, enfatizando que “para aprendizagem significativa desta disciplina, ferramentas e tecnologia devem ser

³ Nesta pesquisa, utiliza-se o termo recursos tecnológicos e/ou tecnologias para mencionar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), destacando os dispositivos móveis, celulares, *tablets*, laptops, softwares/aplicativos, internet.

consideradas como características essenciais da sala de aula” (NCTM, 2015, p. 78, tradução nossa).

Para o NCTM, a tecnologia se apresenta como:

[...] um fato inevitável da vida no mundo em que vivemos e deve ser adotada como uma ferramenta poderosa para a Matemática. O uso da tecnologia pode ajudar os alunos a visualizarem e compreenderem conceitos matemáticos importantes, apoiar o seu raciocínio matemático e sua capacidade de resolver problemas (NCTM, 2015, p. 82, tradução nossa).

Portanto, a proposta é investigar junto ao grupo de professores de matemática da referida escola, sobre a integração das tecnologias no processo avaliativo, desenvolvendo as quatro fases que compõem a metodologia de pesquisa adotada, a Engenharia Didática. Foram analisados e discutidos nas sessões da Engenharia o desenvolvimento profissional docente utilizando a ferramenta, a avaliação na visão do professor e os conteúdos abordados na perspectiva do uso de tecnologias digitais.

Doll Jr. (1997, p.180) imagina um currículo pós-moderno como um sistema em que o papel do professor e do aluno não serão mais considerados causais, e sim transformadores. O pesquisador afirma que um currículo pós-moderno exigirá “ser rico em diversidade, problemática e heurística, assim como uma atmosfera da sala de aula que estimule a exploração – um passo além da descoberta”.

O especialista propõe critérios para um currículo destinado a promover uma visão pós-moderna:

Que critérios poderíamos usar para avaliar a qualidade de um currículo pós-moderno – um currículo gerado, não pré-definido, indeterminado, mas limitado, explorando o “fascinante reino imaginativo da risada de Deus”, e constituído por uma rede sempre crescente de “universidades locais”? Eu sugiro que os quatro Rs de Riqueza, Recursão, Relações e Rigor poderiam servir para este propósito. (DOLL JR., 1997, p. 192).

Silva (2009) sugere uma reflexão mais profunda sobre os quatro R’s de Doll Jr. aplicados à Educação Matemática, propondo quatro critérios como fundamentos iniciais para análise de conteúdos de Matemática para o Ensino Médio: reflexão, realidade, responsabilidade e ressignificação.

O autor divide esses oito critérios em dois grandes blocos, sendo o primeiro deles relacionado à seleção dos conteúdos – riqueza, reflexão, realidade e responsabilidade – e o segundo, referente à organização curricular – recursão, relações, rigor e ressignificação. Embora alguns desses critérios pudessem apresentar tanto

caráter seletivo quanto organizacional, o autor fez essa opção levando em conta as principais características de cada um.

Para a escolha dos conteúdos de Geometria Analítica no currículo, considerou-se como critérios de seleção os R's definidos por Silva (2009), explorando-se os critérios de “realidade” e “recursão” para seleção de conteúdos e a organização curricular na sessão de ensino:

A “realidade” beneficia a opção por temas que possam ser modelados por meio de uma situação real. A “recursão”, primeiro critério fundamentalmente organizacional, busca no clássico modelo de currículo em espiral de Bruner (1960) a inspiração para propor que os conteúdos devem ser dispostos de maneira que possam ser retomados à medida com que os estudantes avancem os seus estudos, de tal maneira que possam ser abordados em outros contextos, mas não revistos, como simples repetição; (SILVA, 2009, p. 223-225).

A abordagem desses conteúdos foi desenvolvida utilizando o *software Graphing Calculator*, que possibilita a representação numérica, algébrica e geométrica de um mesmo objeto matemático, obtida através da interação na tela dos dispositivos móveis – preferencialmente os celulares⁴, considerado pelos docentes participantes da pesquisa como dinamizador do processo de construção do conhecimento.

O processo avaliativo se destaca nesta pesquisa abordando a contribuição do complemento *Flubaroo*, instalado nos formulários de atividades e avaliações de múltipla escolha, potencializando a prática avaliativa.

A avaliação é um dos maiores desafios da educação e deve ser pensada de forma dinâmica e interativa, também como um processo formativo que serve para compartilhar, comunicar e intercambiar de forma colaborativa (PENCINATO; FETTERMANN; OLIVEIRA, 2016, p.91). Dessa maneira, considera-se que deverá existir uma reflexão constante em relação ao aprendizado e aos objetivos alcançados.

Marin, Silva e Souza (2017, p. 12), afirmam que a forma como o professor concebe a avaliação e a prática reflete sua formação acadêmica e as representações construídas em sua trajetória profissional.

A investigação proposta enfatiza o Complemento *Flubaroo* instalado nos formulários criados no *Google Drive* como instrumento de avaliação *on-line*, de questões objetivas, utilizando-o para realização da correção automática e análise dos resultados de forma rápida, possibilitando uma reflexão crítica do desempenho e a identificação das habilidades não construídas, para que sejam retomadas posteriormente.

⁴ Relata-se: preferencialmente os celulares, pois são os dispositivos móveis mais usados em sala de aula.

A escolha dos conteúdos de Geometria Analítica está vinculada à existência de situações de simples, envolvendo medidas, distâncias que permitem contextualizar e estabelecer relações significativas aos conceitos presentes no currículo de Matemática, os quais foram construídos na avaliação através do *software Graphing Calculator*.

A escolha foi também vinculada ao cumprimento da matriz de terceira série, campo geométrico, presentes no livro do Programa Nacional do Livro Didático - PNLD, adotado pela escola para o triênio, 2015/2017, Matemática: ciência e aplicações, escrito por Gelson Iezzi (et al, 2013), nos capítulos 1 a 4, por meio da integração da tecnologia, dos recursos disponíveis no *software*, dinamizando o processo de ensino e aprendizagem.

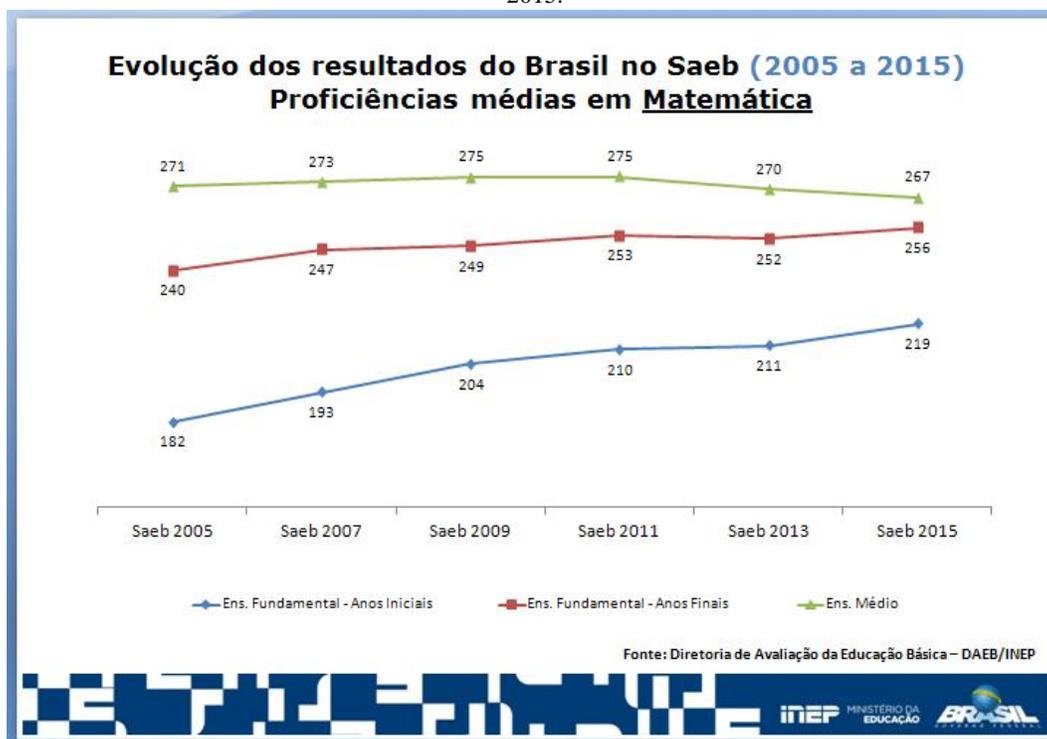
1.1 Definição do Problema

Os resultados das avaliações externas, principalmente da disciplina de Matemática do Ensino Médio, revelam que medidas iminentes devem ser tomadas em prol da Educação. Segundo o INEP⁵ (2015), publicado em 08/09/2016, “as proficiências médias em Matemática evoluíram nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, mas caíram no Ensino Médio pela segunda vez consecutiva”, como mostra a Figura 1. Mudanças no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) para 2017 indicaram a ampliação do número de turmas e escolas avaliadas, passando a todas as

[...] escolas públicas localizadas em zonas urbanas e rurais que tenham pelo menos dez alunos matriculados em cada uma das etapas de 3^a ou 4^a série do Ensino Médio, quando essa última for a série de conclusão do Ensino Médio (INEP, publicado no DO, 25/05/2017).

⁵ INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação, fundada em 13 de janeiro de 1937, com sede em Brasília-DF.

Figura 1 - Inep apresenta resultados do Saeb/Prova Brasil 2015.



Fonte: INEP/MEC.

Para o Inep, outro resultado das escolas públicas que aponta necessidade de reformas é do Exame Nacional do Ensino Médio, ENEM. Afirma Maria Inês Fini⁶ que:

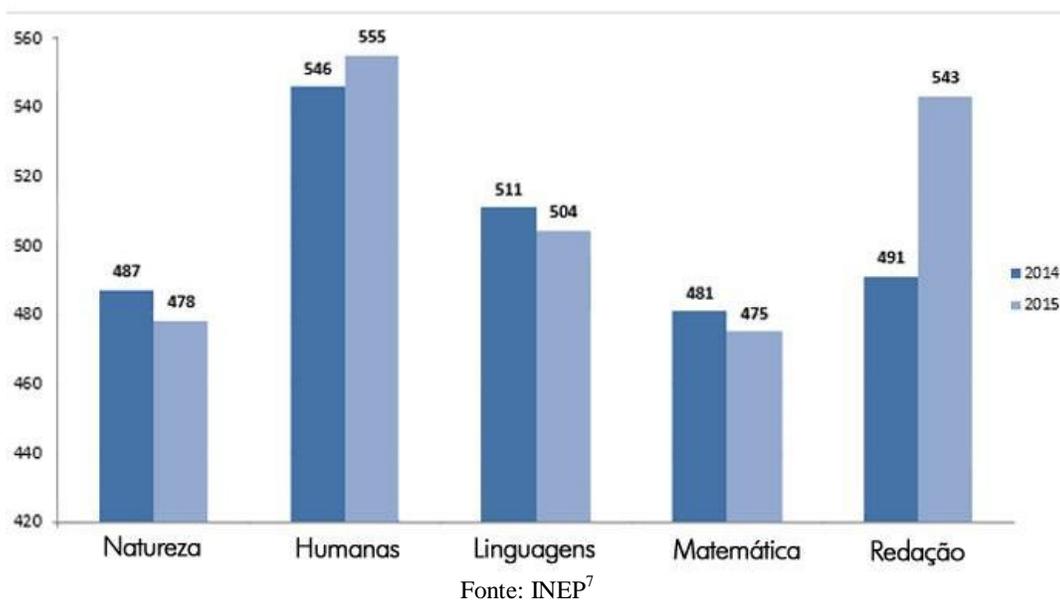
Temos contingente enorme de alunos que estão aprendendo muito pouco, currículo organizado de maneira tradicionalista e conservadora. Os resultados apontam para a necessidade da reforma do Ensino Médio (INEP, 2016).

A avaliação de 2015, divulgada em outubro de 2016, apresentada na Figura 2, revela, por área de conhecimento, as médias das escolas participantes do exame em 2014 e 2015. Indicam um baixo desempenho médio na área de Matemática e uma queda de 6% no período analisado.

Esses resultados afetam o professor e o remetem a uma avaliação constante da aprendizagem, da formação continuada e da prática da avaliação, buscando contribuições que podem auxiliá-lo nesse contexto.

⁶ Presidente do Inep, Doutora em Ciências - Educação, Pedagoga, Professora e Pesquisadora em Psicologia da Educação, Psicologia do Desenvolvimento. Já integrou o INEP no governo Fernando Henrique Cardoso entre 1996 e 2002. Na época, chefiou a Diretoria de Avaliação.

Figura 2 – Desempenho médio dos participantes por área do conhecimento.



Como afirma a presidente do INEP, Maria Inês Fini, os resultados apontam para a necessidade da reforma do Ensino Médio. Uma opção pode ser a integração do uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática como aliadas para a construção da efetiva aprendizagem. A proposta dessa pesquisa é analisar o desenvolvimento profissional docente com a utilização de tecnologias digitais como forma de potencializar o ensino, a aprendizagem e o processo avaliativo de Matemática.

Torna-se importante ressaltar a utilização do termo integração, diferenciando-o de inserção que se refere a introduzir a tecnologia no ambiente escolar. A integração da tecnologia vai além e passa por um processo no qual o professor vivencia a experiência de utilizar a tecnologia como um importante recurso para promover a aprendizagem, como afirmam Bittar et al.:

Acreditamos que a verdadeira integração da tecnologia somente acontecerá quando o professor vivenciar o processo e quando a tecnologia representar um meio importante para a aprendizagem. Falamos em integração para distinguir de inserção. Essa última para nós significa o que tem sido feito na maioria das escolas: coloca-se o computador nas escolas, os professores usam, mas sem que isso provoque uma aprendizagem diferente do que se fazia antes e, mais do que isso, o computador fica sendo um instrumento estranho à prática pedagógica, usado em situações incomuns, extra classe, que não serão avaliadas. Defendemos que o computador deve ser usado e avaliado como um instrumento, como qualquer outro, seja o giz, um material concreto ou outro. E esse uso deve fazer parte das atividades “normais” de aula (BITTAR et al., 2008, p. 86).

⁷ Disponível em <http://especiais.g1.globo.com/educacao/2016/enem-2015-notas-por-escolas>. Acesso em 20/03/2017.

A citação de Bittar et al., exemplificada pelo uso do computador para diferenciar inserção de integração pode ser ilustrada no âmbito dessa pesquisa, que aborda principalmente a utilização de dispositivos móveis como o celular, visando integrar a tecnologia como recurso para promover a aprendizagem.

O impacto da tecnologia exige competências que podem ser desenvolvidas para que a prática pedagógica acompanhe os avanços tecnológicos, inovando e criando ações que enriqueçam o aprendizado docente e discente. Integrar a tecnologia no ensino de forma adequada colabora para promover um modo dinâmico de aprendizagem.

Há, como afirma Javaroni, um “descompasso entre a integração das tecnologias digitais no ambiente escolar e a prática das aulas de Matemática para estudantes” (JAVARONI; ZAMPIERI; OLIVEIRA, 2014, p. 970). Portanto, trazer essas ferramentas para o contexto da sala de aula e relacioná-las ao conteúdo curricular a ser abordado, pode tornar o aprendizado significativo e abrir possibilidades de construção do conhecimento.

Um dos grandes desafios atuais dos profissionais da educação é saber como incorporar as tecnologias de forma adequada e em sala de aula, como recurso pedagógico, integrando-as na organização e metodologias de trabalho docente. Pesquisas indicam que, as orientações sobre o uso de tecnologias apontam dificuldades de sua incorporação na prática, pois essas recomendações pressupõem uma mudança de paradigma referente à maneira de conceber a matemática e seu ensino (DIAS, 2016, p. 233).

Estudos ressaltam que a formação do professor não o prepara para trabalhar com tecnologias. Bairral (2015, p. 4), afirma que são necessárias mais análises sobre o aprendizado de professores de matemática e sobre as diferentes formas de apropriação de tecnologias digitais em sua prática.

Por isso, identifica-se que ainda hoje professores evitam a exploração de tecnologias como recursos pedagógicos, pela falta de formação e familiarização com os mesmos. Uma pesquisa divulgada no ano de 2013 pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC)⁸, revela que menos da metade dos professores de escolas públicas cursaram alguma disciplina voltada especificamente ao uso do computador e Internet em sua formação inicial. A mesma pesquisa,

⁸ Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC.br) é o departamento do NIC.br responsável pela coordenação e publicação de pesquisas sobre a disponibilidade e uso da Internet no Brasil. Esses estudos são referência para a elaboração de políticas públicas que garantam o acesso da população às Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), assim como para monitorar e avaliar o impacto socioeconômico das TIC.

divulgada no ano de 2016, revela que os índices permanecem inalterados (CETIC, 2015, p. 356). Embora o CETIC mostre esses resultados em nível nacional, a realidade dos professores participantes da pesquisa não é diferente, a qual os motivam a esse estudo de integração de recursos tecnológicos, potencializando seu desenvolvimento profissional.

Nota-se então que a problemática envolve também a formação do professor, tanto a inicial quanto a continuada, fazendo referência, muitas vezes, a práticas antigas de formação, que, como afirma Palis (2005), não proporcionam a compreensão do conhecimento matemático, necessária para ensinar bem e a habilidade de usar esse conhecimento na prática.

Surge então, a necessidade de se promover uma formação continuada, com grupos de estudos, troca de experiências, partilha das resistências vivenciadas no trabalho docente, inerentes à receptividade dos alunos, aos conteúdos e técnicas avaliativas.

1.2 Justificativa: Motivação e Inserção em um grupo

A motivação para esta pesquisa ocorreu a partir de inquietações da professora/pesquisadora que está na Articulação Pedagógica e compõe o corpo docente da escola, na qual aconteceu a pesquisa. Na função de Articuladora Pedagógica, analisa o processo de ensino-aprendizagem, os resultados de desempenho dos alunos, a introdução, no ambiente escolar, de diferentes práticas que beneficiam o trabalho docente, os processos de aprendizagem e de avaliação, além de como o professor vai se situar nessa prática.

O ingresso no Programa de Pós-graduação em Ensino, possibilitou à pesquisadora integrar o Grupo de Pesquisa “Currículo e Tecnologias Digitais em Educação Matemática - CTDEM⁹”, que se configura como um espaço de reflexão e discussão sobre a aprendizagem e o ensino de Matemática. O grupo considera a problemática do distanciamento entre as disciplinas escolares e as teorias mais atuais do currículo, as discussões, envolvendo a organização e o desenvolvimento curricular da Matemática escolar, marcadas, fortemente, pela preocupação em articular os diferentes

⁹ Grupo de Pesquisa criado recentemente no contexto da UFF/Infes, certificado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), sob a liderança do Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Dias.

elementos que constituem a dimensão normativa do currículo, quais sejam o objetivo, o conteúdo matemático, a metodologia, a avaliação, dentre outros.

No que tange às Tecnologias, o grupo se propõe a verificar como vêm sendo configuradas as recomendações metodológicas nos currículos prescritos e como as mesmas se efetivam na prática, propondo situações didáticas com *softwares* existentes e estruturando ambientes computacionais potencializadores para a transposição didática dos conteúdos curriculares. Em suma, vêm discutindo perspectivas atuais de Ensino, visando entre outros, à ampliação do potencial da ação docente através de intervenções efetivas que contribuam, dentre outros, para seu desenvolvimento profissional e implementação/discussão das propostas curriculares.

Assim sendo, esses contextos permitiram constatar que o incentivo ao uso de tecnologias educacionais, especificamente o *software Graphing Calculator* e do complemento *Flubaroo*, poderiam configurar como ferramentas propícias ao ensino de Geometria Analítica, o que despertou na pesquisadora o interesse em promover a presente experimentação com embasamento teórico.

Diante dos resultados obtidos nas avaliações externas de nosso país, no Estado do Rio de Janeiro e, de forma particular, na Região Noroeste Fluminense que vem crescendo de forma considerável, observa-se que a disciplina de Matemática deve ter uma atenção especial e que, uma das alternativas pode ser a utilização de recursos tecnológicos que contribuam para a melhoria da qualidade do ensino, servindo para enriquecimento do ambiente educacional, propiciando a construção do conhecimento por meio de uma atuação ativa e crítica por parte dos estudantes e docentes.

Estudos e pesquisas que foram realizadas com o objetivo de contribuir para a discussão de melhorias no ensino de Matemática apontam que o bom desempenho dos estudantes pode estar vinculado à utilização de diferentes recursos didáticos e tecnológicos. Levar essas ferramentas para o contexto da sala de aula e relacioná-las ao conteúdo curricular a ser estudado pode promover aproximação e tornar o aprendizado mais significativo, abrindo possibilidades de construção do conhecimento, como afirmam Resende e Mesquita:

O ensino da matemática não se pode fundamentar apenas nas teorias; há que criar novas práticas no decorrer do tempo e evoluir objetivamente na direção do conhecimento construtivo. Portanto o processo além de considerar as necessidades dos envolvidos deve também ser acompanhado para se sugerir alternativas de práticas e metodologias mais adequadas. (RESENDE e MESQUITA, 2013, p. 203):

Assim, a integração de recursos tecnológicos em sala de aula pode permitir a superação ou minimização das dificuldades encontradas pelos docentes e discentes, auxiliando-os na construção do saber matemático, proporcionando subsídios para uma reflexão crítica sobre o uso das tecnologias digitais.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral:

Analisar contribuições do Complemento *Flubaroo* como ferramenta tecnológica de avaliação *on-line*, com suas características e potencialidades, para a prática de avaliação em Geometria Analítica, examinando o desenvolvimento profissional docente por meio de sua utilização no processo avaliativo.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Constatar a dinamicidade da ferramenta *Flubaroo* no processo avaliativo em Geometria Analítica, analisando/discutindo as diversas formas de apresentação dos resultados e suas possibilidades de análises.
- Apontar a Engenharia Didática, metodologia de pesquisa, como ferramenta para a prática docente, visto que possibilita a construção de sequências de aulas que podem ser desenvolvidas, independente do conteúdo curricular a ser abordado.

1.4 Estrutura do trabalho

Esta investigação é composta por cinco capítulos, sendo o primeiro destinado à introdução, o qual traz a problemática, a justificativa e a motivação para a execução do presente trabalho, fazendo uma apresentação da pesquisa realizada, além de expor os objetivos propostos.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica, um levantamento de estudos que abordaram o uso de tecnologias no ensino da Matemática e no processo

avaliativo desta disciplina. Apresenta o complemento *Flubaroo* como ferramenta de avaliação *on-line*, a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, a formação docente e seu desenvolvimento profissional.

Os referenciais teóricos que embasam o tema desenvolvido compõem o terceiro capítulo, abordando autores que contribuíram com a produção científica discutindo o uso das tecnologias no ensino da Matemática, o desenvolvimento profissional docente, o conteúdo curricular, a abordagem da tecnologia no currículo, a teoria das situações didáticas, a engenharia didática e a avaliação.

O quarto capítulo intitulado Metodologia aborda o uso do *software Graphing Calculator* no ensino de Geometria Analítica e o do complemento *Flubaroo* como recurso didático no processo avaliativo. Descreve os procedimentos da pesquisa a partir da Engenharia Didática, desenvolvida por Artigue (1988) como metodologia, composta pelas quatro fases: Análises preliminares, Concepção e análise *a priori* das situações didáticas, Experimentação e Análise *a posteriori* e validação, desenvolvidas no decorrer da pesquisa.

As conclusões das questões abordadas na pesquisa, suas contribuições para o ensino da Matemática e seu processo avaliativo, além das perspectivas futuras relacionadas a essa temática, são relatadas nas considerações finais, que compõem o quinto capítulo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma vasta fundamentação norteia esta temática, relacionando a necessidade de utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação no processo de ensino-aprendizagem e avaliação da Matemática.

Nos PCN¹⁰, a Matemática é vista como:

[...] um componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar (BRASIL, 1997b, p. 19).

De acordo com Mendes (2009), o uso de computadores no ensino da Matemática contribui para que discentes e docentes superem alguns obstáculos no processo de ensino-aprendizagem. Vale ressaltar que a utilização de recursos de forma correta promove a aproximação e desenvolve laços de confiança e segurança por ambas as partes.

Não se pode deixar à margem da discussão a contribuição que a globalização e suas tecnologias trouxeram para o mundo, bem como uma expansão do conhecimento, permitindo ao homem agregar valores que até então inexistiam. Nesse contexto, “as TIC podem contribuir para uma educação mais adequada à nossa sociedade: possibilitando a criação de espaços de interação e comunicação” (PONTE, 2000, p. 77). Entretanto, para que esta perspectiva se concretize, é necessário que o professor vença seus próprios limites, reciclando-se, como aponta Takahashi (2000, p. 59): “o professor precisa estar preparado para fazer uso apropriado do computador, vencendo a resistência que ainda existe em relação aos recursos da informática com fins educativos”. A advertência é pertinente, e vale reforçar que não se trata da integração das tecnologias digitais como a solução para os problemas educacionais. Trata-se de recursos dinâmicos para potencializar o trabalho docente.

Takahashi (2000) aponta a educação como elemento chave da sociedade atual, e destaca que pensar a educação na Sociedade da Informação exige considerar diversos aspectos relativos às TIC. Esse autor ressalta, no entanto, que educar é muito mais do que treinar pessoas para o uso destas tecnologias.

No que compete ao ensino de Matemática com o suporte das tecnologias digitais, Fiorentini e Lorenzato afirmam que:

¹⁰ PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

[...] parece haver uma crença, entre alguns responsáveis pelas políticas educacionais, de que as novas tecnologias da informação e comunicação são uma panaceia para solucionar os males da educação atual. Essa é uma razão pela qual a comunidade de EM (Educação Matemática) deve investigar seriamente a implementação e utilização das TICs, pois, se, de um lado, pode ser considerado relativamente simples equipar as escolas com essas tecnologias, de outro, isso exige profissionais que saibam utilizá-las com eficácia na prática escolar. (FIORENTINI E LORENZATO, 2006, p. 46).

Estruturar o processo de ensino e aprendizagem relacionado ao uso das tecnologias é uma das dificuldades que os professores enfrentam em sala de aula e um dos maiores desafios da Educação, pois além da formação e conhecimento necessários a essa prática, há a questão da disponibilidade de recursos. A TIC-Educação (2015), divulgada em 2016, destaca resultados de que a conexão à Internet nas salas de aula das escolas públicas é de apenas 4% e que 50% dos professores informaram levar o computador portátil pessoal para uso na aula. Outro resultado interessante se refere ao meio de acesso à Internet, em que 64% dos professores informam terem usado a Internet via celular. Evidencia-se assim um potencial a ser explorado com o uso pedagógico dos telefones móveis (CETIC, 2015, p. 49-50). Essa mesma publicação mostra que na região sudeste apenas 27% dos professores utilizam a internet na sala de aula com os alunos (p.372).

Diante desses dados, com o objetivo de situar a investigação no âmbito das pesquisas na área de Educação Matemática, fez-se uma revisão bibliográfica utilizando os termos “*Flubaroo*, Engenharia Didática, Tecnologias Digitais, Desenvolvimento Profissional Docente, Avaliação”, com o intuito de identificar artigos, dissertações e teses que contribuíssem para os primeiros passos da investigação. A relevância e a busca dessas literaturas específicas foram realizadas no sítio *Banco de Teses*¹¹ da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal para o Nível Superior (CAPES). Os temas acima foram pesquisados de forma individual e também relacionados entre si, como “Tecnologias digitais na avaliação, Avaliação com *Flubaroo*, Tecnologias digitais na Engenharia Didática” para atender o objetivo de amplitude e abrangência da pesquisa.

Como o caminho de pesquisas não é linear, a partir do banco de teses da CAPES, foram rastreadas outras Instituições de Ensino Superior – IES, que têm grupos com temáticas da CAPES e que trouxeram significativas contribuições a esta pesquisa.

¹¹ Disponível em <<http://capesdw.capes.gov.br/capesdw>>.

Nessa perspectiva, foram também rastreados trabalhos das seguintes IES: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)¹², Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)¹³, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)¹⁴, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)¹⁵, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)¹⁶, Universidade de São Paulo (USP)¹⁷, Universidade Estadual Paulista (UNESP)¹⁸, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)¹⁹, Centro Universitário São José (UniFSJ)²⁰, Universidade Federal Fluminense/Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior (UFF/Infes)²¹.

O levantamento revela carência de pesquisas com o Complemento *Flubaroo* para o ensino de Matemática, portanto, foram encontrados poucos trabalhos com esse complemento. A seguir, apresenta-se uma listagem das pesquisas consultadas que trazem contribuições para a presente proposta:

Quadro 1 – Listagem das pesquisas consultadas.

TÍTULO	AUTOR	NATUREZA	INSTITUIÇÃO	PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO/ CURSO / REVISTA	ANO
Educação Matemática: entrelaçando pesquisa e ensino, compreensão e mudança.	Gilda de La Rocque Palis	Artigo	PUC-RIO	Revista Educação On-Line	2005
Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd	Saddo Ag Almouloud Cileda de Queiroz e Silva Coutinho	Artigo	UFSC	Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação	2008
Integração da tecnologia na formação do Professor que ensina matemática na educação Básica	Marilena Bittar Sheila Guimarães Mônica Vasconcellos	Artigo	UFSC	REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática.	2008

¹² Disponível em <<http://www.puc-rio.br/index.html>>

¹³ Disponível em <<http://ufsc.br/>>

¹⁴ Disponível em <<http://www.uefs.br/>>

¹⁵ Disponível em <<http://www.ufrgs.br/>>

¹⁶ Disponível em <<http://www.pucsp.br/>>

¹⁷ Disponível em <<http://www5.usp.br/>>

¹⁸ Disponível em <<http://www.unesp.br/>>

¹⁹ Disponível em <<http://www.uenf.br/portal/index.php/br/>>

²⁰ Disponível em <<http://www.fsj.edu.br/>>

²¹ Disponível em <<http://www.infes.uff.br/>>

Engenharia Didática como uma Estatística Não-paramétrica	Péricles César de Araujo Sonia Barbosa Camargo Iglioni	Artigo	UEFS	Caderno de física da UEFS	2009
Tecnologias digitais no ensino de Geometria Analítica	Ricardo de Souza Santos	Anais	UFRGS	X Encontro Gaúcho de Educação Matemática	2009
O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática	Gilda de La Rocque Palis	Artigo	PUCSP	Educação Matemática Pesquisa	2010
A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares	Wagner Marcelo Pommer	Dissertação	USP	Stoa/USP	2013
Políticas Públicas e Tecnologias Digitais: um Celular por Aluno	Marcelo de Carvalho Borba Hannah Dora Garcia Lacerda	Artigo	UNESP	Educação Matemática Pesquisa	2015
A ferramenta Flubaroo e suas potencialidades para a avaliação de alunos da Educação Básica	Geucineia Pencinato Joyce Fettermann Dolores Oliveira	Anais	UENF UFRJ	XIII EVIDOSOL e X CILTEC-Online	2016
Avaliação online: promovendo a aprendizagem através do <i>feedback</i>	Geucineia Pencinato Joyce Fettermann Dolores Oliveira	Artigo	UniFSJ Centro Universitário São José	Revista Transformar	2016
Uma pletera de poliedros: explorando poliedros regulares com a metodologia da Engenharia Didática	Rafaela Moraes Cruz	Dissertação	UFF/Infes	Programa de Pós-Graduação em Ensino	2016

Fonte: Elaboração da autora.

A partir da revisão bibliográfica, foram selecionadas as pesquisas apresentadas no Quadro 1, as quais trouxeram significativas contribuições a esta pesquisa. Com o

Complemento *Flubaroo*, foram encontrados poucos trabalhos, o que justifica a proposta e aponta a necessidade de estudos dessa natureza na área de Educação Matemática.

Algumas conexões podem ser estabelecidas a partir das pesquisas selecionadas, como por exemplo, Gilda Palis (2005), em seu artigo intitulado “Educação Matemática: entrelaçando pesquisa e ensino, compreensão e mudança”, relata algumas preocupações sobre o ensino e a aprendizagem de Matemática. Ela traz fundamentação teórica de como ensinar e como preparar professores universitários para ensinar conceitos relacionados à disciplina de Matemática. Semelhantes preocupações são pontuadas por Marilena Bittar (2008), “Integração da tecnologia na formação do Professor que ensina matemática na Educação Básica”. A formação de professores, tanto inicial quanto continuada, é um grande desafio para todas as sociedades.

Palis (2005) menciona também que pesquisas recentes revelam que o conhecimento matemático dos professores tem um papel vital na aprendizagem da matemática pelos alunos. No entanto, a espécie de conhecimento exigida é diferente da que a maioria das formações (inicial e continuada) oferecem.

Abordando a Engenharia Didática, foram selecionados os artigos de Saddo Almouloud (2008) “Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPED” e de Péricles Araujo (2009) “Engenharia Didática como uma Estatística Não-paramétrica”. Ambos apresentam a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa qualitativa e descrevem suas fases como metodologia de ensino, contribuindo significativamente para a organização metodológica da presente pesquisa.

Outras pesquisas que envolvem a metodologia da Engenharia Didática são as dissertações de Rafaela Cruz (2016) “Uma pletera de poliedros: explorando poliedros regulares com a metodologia da Engenharia Didática” e Wagner Pommer (2013) “A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares” que abordam vasta fundamentação teórica acerca do desenvolvimento da Engenharia Didática como metodologia para sessões de ensino de Geometria com uso da tecnologia, descrevendo e exemplificando suas fases, verificação e validação de suas etapas, e também trazendo reflexões sobre o uso de tecnologias.

Quanto ao uso de tecnologias, selecionou-se Ricardo Santos (2009) “Tecnologias digitais no ensino de Geometria Analítica” que apresenta a Geometria como parte importante dos currículos de Matemática da Educação Básica. O texto destaca as representações geométricas e algébricas, apontando fatores como a visualização, a possibilidade de desenvolver e utilizar o raciocínio lógico para testar e

validar hipóteses, a propriedade de permutar a dualidade álgebra-geometria que justificam o uso de tecnologias no ensino de Geometria Analítica.

Também Marcelo Borba (2015) “Políticas Públicas e Tecnologias Digitais: um Celular por Aluno” contribui com a pesquisa levantando discussões sobre o uso de celulares inteligentes (*smartphones*) na sala de aula, como ferramentas pedagógicas. Discutindo índice de utilização de telefones celulares e internet, principalmente, nas escolas públicas. Menciona a lei que dispõe sobre a proibição do uso de celulares e aparelhos eletrônicos no ambiente educacional e evidencia a permissão de uso como recurso pedagógico. Na presente pesquisa são levantadas essas questões, pois os dispositivos móveis mais usados nas salas de aula são os celulares.

Geucineia Pencinato (2016) destaca nos dois textos “A ferramenta Flubaroo e suas potencialidades para a avaliação de alunos da Educação Básica” e “Avaliação online: promovendo a aprendizagem através do *feedback*”, características e potencialidades do complemento *Flubaroo*, que podem ser utilizadas por professores da Educação Básica para a avaliação, auxiliando o estudante no seu desenvolvimento cognitivo e o professor a dinamizar sua prática pedagógica. O artigo apresenta ilustrações de atividades, planilhas e resumos dos resultados, mostrando a praticidade de sua aplicação e as opções de apresentação de resultados oferecidas pelo complemento.

Os trabalhos listados na revisão contribuíram com a presente pesquisa, sendo possível estabelecer um paralelo entre eles. Identificou-se preocupação quanto à formação inicial e continuada do professor, um despreparo destes em relação ao uso de tecnologias. Vale destacar também a ênfase na avaliação, que pode ser pensada de forma dinâmica, constrói-se por meio de um processo de reflexão e leitura da prática pedagógica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Desenvolvimento Profissional Docente

O desenvolvimento profissional docente como prática abrange conhecimentos adquiridos principalmente na formação de professores e na experiência docente. Dentre as políticas que decorrem da BNCC, tem-se a Política Nacional de Formação de Professores, articulando-se com as demais para garantir as condições que geram a qualidade na Educação Básica, ou seja, o direito de aprender e de se desenvolver dos/das estudantes da Educação Básica, acolhidos em sua diversidade (BNCC, versão preliminar, 2016, p.26).

Para que sejam garantidos os direitos de aprendizagem e desenvolvimento, o trabalho educativo não pode estar restrito às práticas de cada professor, mas deve ser parte de um planejamento de toda a unidade escolar (BNCC, versão preliminar, 2016, p. 31).

Shulman (1987) *apud* Fernandez (2011) destaca o conhecimento pedagógico do conteúdo para designar o conhecimento dos professores no conhecimento prático, ou seja, corresponde à intersecção entre conteúdo e pedagogia:

[...] a capacidade de um professor para transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas pedagogicamente poderosas e adaptadas às variações dos estudantes levando em consideração as experiências e bagagens dos mesmos (SHULMAN, 1987 *apud* FERNANDEZ, 2011, p. 2).

Nesta perspectiva, o autor definiu o conhecimento pedagógico do conteúdo como um conhecimento que:

[...] vai além do conhecimento da matéria em si e chega na dimensão do conhecimento da matéria para o ensino. Eu [Shulman] ainda falo de conteúdo aqui, mas de uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino.[...] dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo eu [Shulman] incluo, para os tópicos mais regularmente ensinados numa determinada área do conhecimento, as formas mais úteis de representação dessas ideias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações – numa palavra, os modos de representar e formular o tópico que o faz compreensível aos demais. Uma vez que não há simples formas poderosas de representação, o professor precisa ter às mãos um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam da

pesquisa enquanto outras têm sua origem no saber da prática (SHULMAN, 1986 *apud* FERNANDEZ, 2011, p. 2).

A pesquisa sobre a Educação de Professores de Matemática Secundária Prospectiva – PSMT, desenvolvida pela “A Educação Matemática de Professores Profissionais Prospectivos ao redor do Mundo”, fornece tendências significativas e desenvolvimento em pesquisas e práticas, numa perspectiva internacional, relacionadas a aspectos de preparação de professores de Matemática Secundária, apontando que profissionais e pesquisadores interessados em professor de matemática secundária veem a tecnologia como um objeto de aprendizagem e um meio para essa aprendizagem. (HUANG, 2017, p. 17).

A pesquisa destaca que aqueles que preparam professores para enfrentarem desafios e exigências para o ensino de Matemática com tecnologias digitais apropriadas ao século XXI devem abordar a questão de como os programas de preparação de professores devem ser redigitados para descrever trajetórias de aprendizado apropriadas e se aprender a ensinar matemática no século XXI (NIESS, 2012, *apud* HUANG, 2017, p. 18).

Numa mesma perspectiva, HOWE (1999) *apud* PALIS (2005, p. 10), afirma que as pesquisas realizadas na última década evidenciaram que o conhecimento matemático dos professores tem um papel vital na aprendizagem da matemática que ensinam. Palis destaca também que essa espécie de conhecimento é diferente da que é oferecida na maioria das formações inicial e continuada e que as instituições não proporcionam o desenvolvimento dessa espécie de saber, afirmando que:

Como a nossa compreensão do conhecimento matemático necessário para ensinar é ainda insuficiente, isto significa que vêm sendo dadas aos professores oportunidades inadequadas de desenvolvimento do conhecimento matemático requerido para ensinar bem e a habilidade de usar este conhecimento na prática [...] “aprender matemática para ensinar” (PALIS, 2005, p.11).

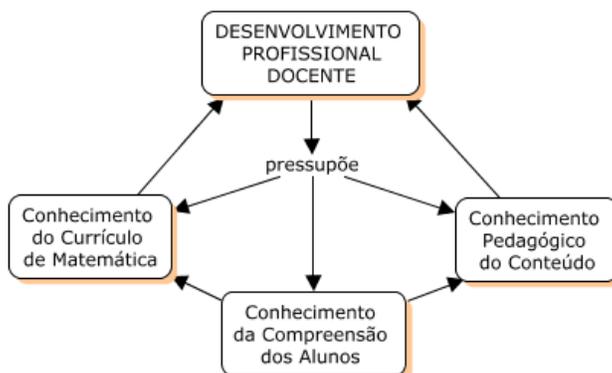
Somando a essa afirmativa que aponta o conhecimento matemático necessário para ensinar matemática, a pesquisa sobre a educação de professores de matemática secundária prospectiva (PSMTs) destaca que:

Conhecimento sobre conteúdo, pedagogia, tecnologia e combinações dessas áreas pode ser enquadrado pelo conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo (TPACK). TPACK refere-se ao conhecimento sobre o qual os professores contam para ensinar conteúdo com tecnologias digitais apropriadas (Koehler e Mishra

2008; Mishra e Koehler 2006). Construído sobre as ideias de Shulman (1986), a estrutura do conhecimento associado O TPACK inclui três principais componentes do conhecimento: conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento tecnológico. O modelo enfatiza a interação complexa desses três corpos de conhecimento (Koehler e Mishra 2008, p. 1025) com o conhecimento de conteúdo pedagógico de Shulman (PCK) e a introdução e conhecimento pedagógico tecnológico (TPK), conteúdo tecnológico conhecimento (TCK) e conhecimento de conteúdo pedagógico tecnológico (TPACK) (HUANG, 2017, p. 18).

O desenvolvimento do professor relativo a habilidades e conhecimentos pedagógicos em si mesmo é também de fundamental importância: “o saber restrito a conhecimentos disciplinares pode ser tão inútil quanto habilidades pedagógicas destituídas de conteúdo disciplinar” (SHULMAN, 1986 *apud* PALIS, p. 11-12). Nesse sentido, a partir das reflexões do especialista Shulman, propõe-se o seguinte ciclo relativo ao desenvolvimento profissional docente:

Figura 3 – Conhecimentos do Profissional Docente.



Fonte: Elaboração da autora a partir de Shulman (1986 *apud* Fernandez 2011).

Nota-se um distanciamento entre formação e prática escolar dos professores de Matemática também no que diz respeito ao uso de tecnologias. Ensinar envolve considerar o currículo a ser desenvolvido e os recursos disponíveis. Nessa perspectiva, Palis afirma que:

[...] a ausência de oportunidades de desenvolvimento profissional na área de educação com tecnologia e a falta de materiais curriculares adequados não encorajavam professores a incorporar tecnologia em suas aulas. Ainda hoje, o conhecimento pedagógico do conteúdo de muitos professores de matemática não inclui uma integração consistente de modernas tecnologias digitais. A tecnologia avança, mas o desenvolvimento de estratégias para uma efetiva integração de tecnologia não ocorreu com a mesma velocidade (PALIS, 2010, p. 437).

Na expectativa de superar esses entraves, os estudos permanecem e revelam que a dinâmica de ambientes com tecnologia interativa pode ajudar os professores de Matemática secundária a desenvolver uma melhor compreensão de conteúdo, o raciocínio prático e criativo e uma compreensão mais profunda, dependendo de sua interação com a tecnologia.

As tecnologias da informação e comunicação são consideradas pela BNCC (2016) como instrumentos de mediação da aprendizagem e as escolas, especialmente os professores, devem contribuir para que o estudante aprenda a obter, transmitir, analisar e selecionar informações (BRASIL, 2016, p.50).

Outro aspecto do desenvolvimento profissional docente é o epistemológico, com saberes profissionais que envolvem relações estabelecidas ao longo do processo de ensino e aprendizagem, como afirma Tardif:

[...] os saberes profissionais também são temporais no sentido de que os primeiros anos de prática profissional são decisivos na aquisição do sentimento de competência e no estabelecimento das rotinas de trabalho, ou seja, na estruturação da prática profissional. Ainda hoje, a maioria dos professores aprende a trabalhar na prática, às apalpadelas, por tentativa e erro. (TARDIF, 2000, p. 14).

Nesta perspectiva, o professor deve dar provas de sua capacidade e construir seu saber experiencial desenvolvido ao longo de sua carreira, trazendo consigo marcas desses relacionamentos, pois, para Tardif:

[...] o objeto do trabalho docente são seres humanos e, conseqüentemente, os saberes dos professores trazem consigo as marcas de seu objeto de trabalho. Essa proposição acarreta conseqüências importantes e raramente discutidas quanto à prática profissional dos professores. [...] Em primeiro lugar, os seres humanos têm a particularidade de existirem como indivíduos. Mesmo que pertençam a grupos, a coletividades, eles existem primeiro por si mesmos como indivíduos. Esse fenômeno da individualidade está no cerne do trabalho dos professores, pois, embora eles trabalhem com grupos de alunos, devem atingir os indivíduos que os compõem, pois são os indivíduos que aprendem. Do ponto de vista epistemológico, essa situação é muito interessante. É ela que orienta a existência, no professor, de uma disposição para conhecer e para compreender os alunos em suas particularidades individuais e situacionais, bem como em sua evolução a médio prazo no contexto da sala de aula (TARDIF, 2000, p. 16-17).

As relações estabelecidas são importantes para que se tenha um ambiente propício à construção do conhecimento. Exercer a função docente provoca no professor o desenvolvimento de um “conhecimento de si”, de um conhecimento de suas próprias

emoções e valores, da natureza, dos objetos, de sua “maneira de ensinar” (FENSTERMACHER, 1999 *apud* TARDIF, 2000, p. 17).

3.1.1 Conteúdo curricular

Desenvolver os conteúdos não assegura uma aprendizagem eficaz, pois o modelo de construção do conhecimento pode estar relacionado à memorização dos conceitos. Quando se contextualiza e revisita os conceitos a partir de temas diversos, dá-se sentido ao estudo dos conteúdos. Nesta perspectiva, Dias destaca que:

[...] imaginar, como acontece nas práticas tradicionais do Ensino Médio, que um conteúdo possa ser apresentado em apenas um bimestre ou até em apenas algumas semanas e jamais tratado novamente, é uma grande ilusão se esperamos efetivamente que o aluno aprenda. Os conteúdos devem ser ressignificados em outros temas, produzindo grandes redes de significados e contextualizados, dentro da própria Matemática, de maneiras diversas. (DIAS, 2016, p. 74).

Incluir os conteúdos matemáticos no currículo escolar de forma isolada pode comprometer o aprendizado efetivo dos conceitos, pois, como relata Dias,

[...] um critério importante ao escolhermos um conteúdo é verificar o quanto ele pode ser explorado pelos demais conteúdos ou o quanto um grupo de conteúdos pode ser interligado por relações significativas. Se um tema não possui interconexões com outros, podemos desconfiar de sua importância, pelo menos quando a questão envolvida é se deve ou não ser ensinado na Educação Básica, pois caso fosse abordado ficaria isolado e descontextualizado dos demais (DIAS, 2016, p. 74).

A escolha de conteúdos curriculares deve ser ampla, estabelecer relações com o pedagógico e com o matemático de forma a se ter o conteúdo curricular pedagógico. Neste caso, ao elaborar uma aula, deve-se ter a visão do que vai estar envolvido na situação, ter visão de todos os pontos que podem surgir e de como o aluno vai estabelecer conexões entre os conteúdos para construir conhecimento.

A Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, disponível na versão preliminar, com a segunda versão publicada em abril de 2016, aponta a necessidade de se conhecer o conteúdo e de saber usar a tecnologia como ferramenta pedagógica que pode potencializar o ensino e a aprendizagem da Matemática, mas não fornece ao professor orientações de como usá-la.

Foram escolhidos conteúdos de Geometria Analítica, propostos pelo currículo mínimo da disciplina de Matemática, para a 3ª série do Ensino Médio, que apresentam competências e habilidades do campo geométrico, tais como: resolver problemas utilizando o cálculo da distância entre dois pontos; identificar e determinar as equações geral e reduzida de uma reta; identificar retas paralelas e retas perpendiculares a partir de suas equações; determinar a equação da circunferência na forma reduzida e na forma geral, conhecidos o centro e o raio. O documento traz a seguinte perspectiva, relativa ao trabalho com Geometria Analítica:

O trabalho com a geometria analítica deve ser proposto de modo articulado com a álgebra, ampliando ainda mais a capacidade de visualização. É importante valorizar não apenas a manipulação algébrica, muitas vezes sem significado para o estudante, mas enfatizar o significado geométrico dos coeficientes de equações (da reta e da circunferência), de retas paralelas e perpendiculares, entre outras. As articulações entre a geometria analítica e outras áreas da Matemática escolar também podem ser enfatizadas quando do estudo de ideias envolvendo crescimento e decrescimento, taxa de variação de uma função, entre outros temas do Ensino Médio (BRASIL, 2016, p. 563).

Sendo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um ordenamento que visa orientar o desenvolvimento do currículo, esse trabalho funciona como uma espécie de referência dos objetivos de aprendizagem que devem ser desenvolvidos a partir das competências cognitivas e socioemocionais para a formação do estudante ao longo da Educação Básica. A BNCC (2016, versão preliminar, p. 561 e 565) apresenta os seguintes objetivos de aprendizagem, relacionados ao conteúdo de Geometria Analítica e ao uso de tecnologias digitais, temáticas relacionadas à presente pesquisa:

- Usar as tecnologias digitais para descrever e representar matematicamente situações e fenômenos da realidade, em especial aqueles relacionados ao mundo do trabalho.
- Resolver e elaborar problemas que envolvam o ponto médio de um segmento de reta e a distância entre dois pontos quaisquer no plano cartesiano, incluindo o estudo de pontos e segmentos notáveis do triângulo, entre outros.
- Estabelecer relação entre a representação geométrica de uma reta no plano cartesiano e os coeficientes de sua representação algébrica, inclusive no contexto da função afim.

- Compreender mediatriz, bissetriz e circunferência como lugares geométricos, utilizando essa ideia para a construção de outras figuras geométricas planas, com o uso de régua e compasso e de *softwares* de geometria dinâmica.
- Estabelecer relação entre a representação geométrica de circunferências e os coeficientes de sua representação algébrica.
- Resolver problemas que envolvem as equações da reta e da circunferência por meio de sua representação no plano cartesiano.

Os objetivos mencionados interligam o conhecimento do conteúdo e tecnologias, visto que:

[...] a produção científica está diretamente relacionada a produtos e processos tecnológicos de grande importância social e econômica, o seu estudo não pode ser separado das ciências correlatas. Por isso, entre as razões para uma formação articulada entre Ciências e tecnologias, está a necessidade de qualificar os jovens para o uso crítico das tecnologias, assim como para fazer julgamentos, tomar iniciativas práticas, elaborar argumentos e apresentar proposições. Consequentemente, é apropriado que seu ensino possa se fundar em contextos de vida de estudantes e professores/as (BRASIL, 2016, p. 583).

Tais perspectivas de trabalho e objetivos listados pela base demonstram a relevância das discussões propostas na presente pesquisa, que analisaram o desenvolvimento profissional docente, abordando os conteúdos de Geometria Analítica com a integração de tecnologias digitais verificando seus impactos na prática docente, bem como na interação com os estudantes a partir da participação ativa e análise crítica do processo, permitindo gerar expectativas sobre seus desdobramentos.

3.1.2 Tecnologia no Currículo

Os conteúdos, a forma como estes são organizados, as metodologias de ensino e as práticas pedagógicas constituem um amplo conceito de currículo definido por Palis:

[...] “currículo” aqui denota bem mais do que uma lista de conteúdos. Para nós “currículo” abrange os conteúdos e a forma como estes conteúdos se organizam pedagogicamente na sala de aula ou laboratório e também o material de apoio instrucional e avaliativo, inclui metodologias de ensino e práticas pedagógicas acopladas aos conteúdos de ensino (PALIS, 2009, p. 3).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), a tecnologia é apontada como um recurso importante que exige dos indivíduos uma capacitação para bem usá-la e também como ferramenta favorável para se entender Matemática. A utilização de tecnologia digital em ambientes educacionais tem sido cada vez mais frequente, a qual compreende o desenvolvimento de estratégias para uma efetiva integração da tecnologia às práticas pedagógicas, visto que:

[...] não se pode negar o impacto provocado pela tecnologia de informação e comunicação na configuração da sociedade atual. Por um lado, tem-se a inserção dessa tecnologia no dia-a-dia da sociedade, a exigir indivíduos com capacitação para bem usá-la; por outro lado, tem-se nessa mesma tecnologia um recurso que pode subsidiar o processo de aprendizagem da Matemática. É importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática. Considerando a Matemática para a Tecnologia, deve-se pensar na formação que capacita para o seu uso (BRASIL, 2006, p. 87).

Partindo desse pressuposto, Flôres (2010, p. 336) define uma nova visão de professor, que longe de considerar-se um profissional pronto, ao final de sua formação acadêmica, tem de continuar em formação permanente ao longo de sua vida profissional. Essa formação/atualização contribui para se repensar sobre o processo de ensino e a aprendizagem de Matemática. Além de promover a integração, de forma eficiente, da tecnologia digital ao ensino dessa disciplina.

O documento também faz referência ao uso de programas (*softwares*) apropriados ao estudo e ensino de Matemática, uma vez que:

[...] se pensando na Tecnologia para a Matemática, há programas de computador (*softwares*) nos quais os alunos podem explorar e construir diferentes conceitos matemáticos, referidos a seguir como programas de expressão²². Os programas de expressão apresentam recursos que provocam, de forma muito natural, o processo que caracteriza o “pensar matematicamente”, ou seja, os alunos fazem experimentos, testam hipóteses, esboçam conjecturas, criam estratégias para resolver problemas. São características desses programas: a) conter um certo domínio de saber matemático – a sua base de conhecimento; b) oferecer diferentes representações para um mesmo objeto matemático – numérica, algébrica, geométrica; c) possibilitar a expansão de sua base de conhecimento por meio de macroconstruções; d) permitir a manipulação dos objetos que estão na tela. (BRASIL, 2006, p. 88).

²² Uma coletânea desses programas está disponível no *site* Educação Matemática e tecnologia informática, em <http://www.edumatec.mat.ufrgs.br>.

O uso de *softwares* traz possibilidades didáticas para o estudo de Matemática. O *software Graphing Calculator*²³, abordado nesta pesquisa para se trabalhar os conteúdos de Geometria Analítica, permite diferentes representações de um mesmo objeto matemático, representação numérica, algébrica e geométrica.

A escolha adequada de um *software* pode estimular e desenvolver a aprendizagem significativa, sendo este um fator que pode determinar a qualidade do aprendizado.

Segundo Dias, recomendações metodológicas são verificadas acerca do uso adequado das tecnologias, orientado nos PCN, mencionando que:

[...] foram verificadas prescrições amplas de recomendações metodológicas acerca do uso adequado de tecnologias no ensino de matemática. O documento justifica o impacto das TICs na sociedade atual e a via de mão dupla matemática↔tecnologia, explicitando a importância que uma tem no entendimento da outra (DIAS, 2016, p. 168).

O uso da tecnologia pelos docentes em sua prática educacional é reforçado por PERRENOUD (2000, p. 139), ao afirmar que:

[...] as novas tecnologias podem reforçar a contribuição dos trabalhos pedagógicos e didáticos contemporâneos, pois permitem que sejam criadas situações de aprendizagem ricas, complexas, diversificadas, por meio de uma divisão de trabalho que não faz mais com que todo o [...] investimento repouse sobre o professor, uma vez que tanto a informação quanto a dimensão interativa são assumidas pelos produtores dos instrumentos.

A relação entre tecnologias e seres humanos é discutida em trabalhos relevantes de Borba (1999, p. 56). O pesquisador afirma que “o conhecimento não é apenas influenciado pela forma como é expresso, mas ele é moldado por essa mídia”.

Visando estimular uma aprendizagem significativa, o raciocínio e a comunicação do pensamento, o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2015) ressalta que:

Um currículo de matemática de excelência integra a utilização da tecnologia e ferramentas matemáticas como recurso essencial, a fim de auxiliar os alunos a aprender, conferir sentido as ideias matemáticas, de raciocinar matematicamente e comunicar o seu pensamento matemático (NCTM, 2015, p.78, tradução nossa).

²³ O *software Graphing Calculator* (*GeoGebra* para dispositivos móveis), consiste numa calculadora científica para Android, apresenta, ao mesmo tempo, a janela algébrica e a janela geométrica, com diferentes representações de um mesmo objeto.

As ferramentas tecnológicas são apenas o meio, são recursos e não o fim. Os professores necessitam reconhecer que a tecnologia matemática influencia não só a forma de ensinar, mas como e o que ela é capaz de ensinar (NCTM, 2015, p.85, tradução nossa).

Partindo desse pressuposto, a tecnologia em sala de aula deve ser vista como um recurso e não deve ter caráter de modernização da prática docente. Nesse sentido, (KENSKI, 2007 *apud* CRUZ, 2016, p. 26) defende que o professor precisa adotar a tecnologia a favor da aprendizagem do estudante, para que ele possa fazer diferença no processo educacional, usando-a corretamente e de modo pedagógico, pois:

[...] os recursos tecnológicos têm potencialidades que permitem ao estudante atingir a compreensão do conhecimento, pois apesar da crença popular, o uso de tecnologia não inibe a aprendizagem matemática dos estudantes [...], melhora a compreensão de conceitos matemáticos, assim como a orientação matemática dos estudantes (NCTM, 2015, p. 84, tradução nossa).

Destaca-se também a visualização das situações desenvolvidas por meio dos recursos tecnológicos que são consideradas necessárias para a aprendizagem matemática:

[...] a visualização pode ser considerada como um processo ou uma habilidade necessária para a aprendizagem matemática. [...] são representações visuais que são feitas dos objetos matemáticos [...] ela é também um processo mental em que interpreta-se um problema ou uma expressão algébrica, através de imagens mentais ou esboços, ou seja, é uma capacidade que deve ser desenvolvida. Nesse sentido, visualizar não é apenas o ato de ver, mas sim de imaginar e interpretar os objetos matemáticos (LIMA, 2010 *apud* BORBA 2013, p. 101-102).

A visualização proporcionada pelo *software* estimula a investigação e contribui para a ampliação de ideias, pois diz respeito à capacidade de criar e ler imagens, propiciando a construção do conhecimento. Segundo Borba e Villarreal, sob o ponto de vista epistemológico, afirmam que:

[...] o conhecimento é produzido junto com uma dada mídia ou tecnologia da inteligência [...] é produzido por um coletivo composto de seres-humanos-com-mídias ou seres-humanos-com-tecnologias e não como outras teorias sugerem por apenas um ser humano individual ou coletivo composto apenas de humanos (BORBA; VILLARREAL 2005, p. 23).

Os autores supracitados utilizam a expressão seres-humanos-com-mídias como a unidade básica para o pensamento e acreditam que esta visão pode ser a base para uma epistemologia com foco em como as pessoas produzem conhecimento de maneiras diferentes com a introdução de diferentes tecnologias.

O emprego e o incentivo ao uso da tecnologia têm sido recomendados nos documentos oficiais e o estudo desses temas pode ser potencializado por meio de tecnologias. A autonomia pedagógica em sala de aula passa por grandes desafios de reformulação e modernização na educação. Pode-se exemplificar como um desses desafios, a proposta do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro. Implantado em 2011 e reformulado no ano 2012, o currículo mínimo é um documento que serve como referência a todas as escolas estaduais, apresentando as competências, habilidades e conteúdos básicos a serem desenvolvidos nas escolas públicas estaduais. Para a Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ), o currículo mínimo tem por finalidade:

[...] orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino-aprendizagem, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre. Com isso, pode-se garantir uma essência básica comum a todos e que esteja alinhada com as atuais necessidades de ensino, identificadas não apenas nas legislações vigentes, Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais, mas também nas matrizes de referência dos principais exames nacionais e estaduais (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 2).

A implementação do Currículo Mínimo²⁴ foi uma ação norteadora à Educação Básica, visando estabelecer uma harmonia na distribuição e adequação de conteúdos/séries. Esse documento deve ser entendido como uma base comum a toda rede de escolas estaduais do ensino regular, pressupondo que,

[...] a organização Curricular deve criar um ambiente escolar que possa ser caracterizado como um espaço em que, além de buscar dados e informações, as pessoas tenham possibilidade de construir seu conhecimento e desenvolver sua inteligência com suas múltiplas competências (PIRES, 2000 p. 203 *apud* RIO DE JANEIRO, 2012, p. 2).

A versão final da BNCC do Ensino Fundamental I e II da Educação Básica, concluída em 2017 e o documento final para o Ensino Médio ainda não foi divulgado. A base será implementada em 2019 e o objetivo dessa reformulação é tornar a Educação

²⁴ Este documento encontra-se disponível para acesso nos portais www.conexaoprofessor.rj.gov.br e www.educacao.rj.gov.br

Brasileira mais unificada, com orientações solicitadas ao governo por diretores, professores e coordenadores pedagógicos (AppProva, seminário *on-line*, disponível em: <https://goo.gl/QmBkIm>).

A BNCCEF apresenta competências gerais relacionadas ao uso de tecnologias, como:

Utilizar conhecimentos das linguagens verbal [...] corporal, multimodal, artística, matemática, científica, tecnológica e digital para expressar-se e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e, com eles, produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas do cotidiano (incluindo as escolares) ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas (BRASIL, 2017, p.20).

Os documentos elaborados pelo MEC e a base que emerge no país citam a necessidade de relacionar as práticas de ensino escolares com o mundo do trabalho e com as práticas sociais inerentes à vida do sujeito/estudante, para que as situações didáticas de aprendizagem trabalhadas ganhem significado e possam ser devidamente contextualizadas (RIBAS, 2012, p. 22).

Vale ressaltar que esta professora/pesquisadora, por assumir na Educação Básica a função de professora e de Articuladora Pedagógica, está usando a BNCC neste momento porque ela é prescritiva, porém existem questões e embates que limitam a ação do professor e, automaticamente, influenciam a aprendizagem do aluno. Dentre essas limitações, destaca-se:

- A BNCC prescreve a utilização de tecnologias digitais, mas não fornece orientações precisas, configurando-se, portanto em recomendações limitadas, sem o devido suporte ao professor.
- Quanto à seleção de conteúdos, percebe-se que eles são elencados, mas não apresentam adequada conexão, cabendo ao professor a tarefa de propor atividades para que os conceitos possam ser revistos em diferentes contextos pela recursão.
- O documento não considera nas prescrições um referencial teórico e não apresenta explicitamente avanços e inovações da pesquisa na área de Educação Matemática, configurando-se basicamente em uma lista de conteúdos e habilidades a serem adquiridas. A BNCC prescreve conteúdos mínimos a serem abordados em cada ano de escolaridade.

3.1.3 Teoria das Situações Didáticas

A Engenharia Didática, metodologia adotada na presente investigação, será abordada com maior enfoque nas próximas sessões. Propõe-se a analisar situações didáticas envolvendo a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida na França, por Guy Brousseau²⁵, em 1970. Essa teoria se apresenta como uma contraposição à forma didática clássica e contribui para descrever situações de aprendizagem de conceitos matemáticos, “a partir de diferentes formas de apresentação do conteúdo, possibilitando melhor compreender o fenômeno da aprendizagem da Matemática” (MACHADO, 2015, p. 77).

Brousseau descreve que uma situação didática é:

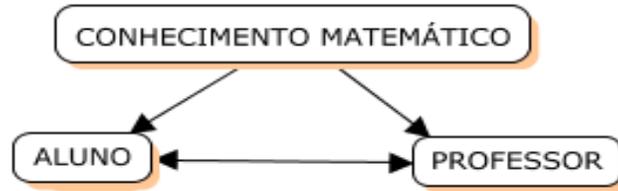
[...] um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição [...] o trabalho do aluno deveria, pelo menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção efetiva de conhecimentos pertinentes (BROUSSEAU 1986 *apud* FREITAS, 2015, p. 80).

A teoria das situações didáticas tem como base a problematização matemática e a hipótese de que se aprende por adaptação a um meio que produz inquietações, diferenciando da forma didática clássica, caracterizada pelo ensino de conteúdos sistematizados (FREITAS, 2015, p. 78). A teoria se destaca no processo de aprendizagem matemática envolvendo professor e conhecimento matemático, em que são valorizados o conhecimento dos participantes no processo de ensino, pois:

[...] trata-se de um referencial para a Educação Matemática que, por um lado, valoriza os conhecimentos mobilizados pelo aluno e seu desenvolvimento na construção do saber matemático e, por outro, valoriza o trabalho do professor, que consiste, fundamentalmente, em criar condições suficientes para que o aluno se aproprie de conteúdos matemáticos específicos (FREITAS, 2015, p. 78).

²⁵ Guy Brousseau, educador matemático, nasceu em Taza, Marrocos, contribuiu para a Didática da Matemática Francesa e Desenvolveu a Teoria das Situações Didáticas. Possui o título de Doutor *honoris causa*, concedido pelas Universidades de Montreal (Canadá), Genebra (Suíça) e Córdoba (Espanha). É aposentado pela Universidade de Bordeaux e pelo IUFM (Instituto Universitário de Formação de Professores), na França.

Figura 4 – Elementos envolvidos na Teoria das Situações Didáticas.



Fonte: Elaboração da autora a partir de Freitas (2015, p. 78).

Sendo assim, sempre que o professor tiver a intenção de possibilitar a aprendizagem, caracterizará uma situação didática, que deve ser regida por um contrato didático que, segundo Freitas (2015, p. 79), consiste num conjunto de obrigações implícitas e explícitas relativas a um saber interposto entre o professor e os alunos.

A teoria caracteriza uma situação adidática quando se trabalha de maneira independente, não precisando da intervenção do professor. A independência deve ser permitida para que sejam desenvolvidos de forma autêntica os próprios mecanismos de resolução do problema.

Como procedimento metodológico, o professor não fornece a resposta, visando à participação ativa na elaboração do conhecimento. Quando se desenvolve a aprendizagem nesse sentido, torna-se capaz de, efetivamente, construir novos conhecimentos com base em experiências pessoais, afirma Freitas (2015, p. 107).

As situações a-didáticas são as situações de aprendizagem nas quais o professor consegue fazer desaparecer sua vontade, suas intervenções, enquanto informações determinantes do que o aluno fará: são as que funcionam sem a intervenção do professor ao nível dos conhecimentos. Temos criado situações a-didáticas de todo o tipo. [...] Tínhamos situações de aprendizagem no sentido dos psicólogos, e podíamos pensar que havíamos reduzido o ensino a sucessões de aprendizagens. Agora, estávamos obrigados a nos perguntar o que justificava certa resistência dos professores a reduzir totalmente a aprendizagem aos processos que havíamos pensado. Não se trata de julgá-los, nem a eles nem aos métodos, mas de compreender o que legitimamente tinham necessidade de fazer e porque necessitavam fazê-lo um pouco as escondidas dos pesquisadores (BROUSSEAU, 1996 *apud* POMMER, 2013, p. 19)

A Teoria das Situações Didáticas traz contribuições importantes para a investigação, uma vez que será utilizada nas fases da Engenharia Didática e trará perspectivas de organização da prática profissional dos docentes participantes, principalmente com implicações relativas a condições pré-estabelecidas que poderão ser importantes para o desenvolvimento profissional com uso de ferramentas tecnológicas.

Para Freitas (2015, p.86), as situações adidáticas representam os momentos mais importantes da aprendizagem, pois o conhecimento construído acontece sem a intervenção do professor.

[...] só terá verdadeiramente adquirido [um] conhecimento quando for capaz de aplicá-lo por si próprio às situações com que depara fora do contexto do ensino, e na ausência de qualquer indicação intencional. Tal situação é chamada *situação adidática* (BROUSSEAU, 1996 *apud* POMMER, 203, p. 19).

Vale destacar também o contrato didático que pode ser entendido como um conjunto de cláusulas que estabelecem as bases das relações no processo de ensino, e, segundo Brousseau (1986, *apud* SILVA, 2015, p. 50), chama-se contrato didático o conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelos alunos e o conjunto de comportamento do aluno que são esperados pelo professor. Sendo assim, o contrato didático regula as intenções de ambas as partes, frente à situação didática.

3.1.4 A Engenharia Didática

A Engenharia Didática, utilizada como metodologia de pesquisa qualitativa, surgiu da Didática da Matemática (enfoque da Didática Francesa) no início dos anos 80, no IREM (Instituto de Investigação do Ensino de Matemática). Caracteriza-se por um esquema experimental baseado em realizações didáticas, desenvolvidas nesta pesquisa no laboratório de informática da escola, compreendendo as fases: Análises preliminares, Concepção e análise *a priori* das situações didáticas, Experimentação e Análise *a posteriori* e validação, desenvolvidas no decorrer da pesquisa.

Segundo Artigue (1996), a Engenharia Didática é um processo empírico que objetiva conceber, realizar, observar e analisar as situações didáticas. A autora pondera que a Engenharia Didática possui dupla função, a qual pode ser compreendida como uma produção para o ensino tanto como uma metodologia de pesquisa qualitativa.

Como metodologia, a Engenharia Didática representa um meio adequado para se alcançar um objetivo, com a pretensão de ajudar o professor/pesquisador a refletir sua prática sob um olhar que seja organizador, dedutivo, curioso, indagador e criativo.

Essa metodologia se constitui com a finalidade de observar e analisar as situações didáticas, contribuindo para as práticas de investigação do ensino de

Matemática na sala de aula, extraindo os dados da realidade e os comparando às hipóteses (MACHADO, 2015, p. 233). O termo Engenharia Didática é empregado em pesquisas da Didática da Matemática que incluem uma parte experimental, sendo, portanto, comparado por Michèle Artigue, ao trabalho de um engenheiro (1988, p. 283 *apud* MACHADO, 2015, p. 234), afirmando:

[...] que, para realizar um projeto preciso, se apoia sobre conhecimentos científicos de seu domínio, aceita submeter-se a um controle do tipo científico, mas, ao mesmo tempo, se vê obrigado a trabalhar sobre objetos bem mais complexos que os objetos depurados da ciência e, portanto, a enfrentar praticamente, com todos os meios de que dispõe, problemas que a ciência não quer ou não pode levar em conta.

A Engenharia Didática é caracterizada por Artigue (1988 *apud* MACHADO, 2015, p. 235) “como um esquema experimental baseado sobre ‘realizações didáticas’ em sala de aula, isto é, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise de seqüências de ensino”, ou seja, a Engenharia se baseia nas práticas didáticas de sala de aula e aborda a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida na França, por Guy Brousseau, que contribui para descrever situações de aprendizagem de conceitos matemáticos.

Caracteriza-se também pelo registro dos estudos e pela validação da pesquisa, feita internamente, baseada na confrontação entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*. Pode ser compreendida como um produto resultante de uma análise *a priori*, quando vista como metodologia de pesquisa e, como uma produção para o ensino, segundo Douady (1993 *apud* MACHADO, 2015, p. 234), é:

[...] uma seqüência de aula(s) concebida(s), organizada(s) e articula(s) no tempo, de forma coerente, por um professor-engenheiro para realizar um projeto de aprendizagem para uma certa população de alunos. No decurso das trocas entre professor e alunos, o projeto evolui sob as reações dos alunos e em função das escolhas e decisões do professor.

A atual pesquisa, que enfatiza o desenvolvimento profissional docente com a utilização do complemento *Flubaroo*, é articulada e organizada por um professor-mediador - a pesquisadora - para certa amostra de professores, em que todos assumem o papel de aprendizes nesse contínuo processo de formação.

Dois níveis de Engenharia Didática são observados, o da microengenharia e o da macroengenharia, distinguindo-se pelo objeto de estudo e pela complexidade dos fenômenos estudados. Neste trabalho, por priorizar como objeto de estudo um

determinado assunto ou conceito, localizando-se principalmente no espaço do laboratório de informática, emprega-se o nível da microengenharia, enquanto a macroengenharia origina-se da composição da microengenharia com os fenômenos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem.

Desta forma, podem-se ter diferentes objetivos em uma pesquisa de engenharia didática. Elas se distinguem, segundo Douady (1987, p. 224), dentre as “pesquisas que visam um estudo de processos de aprendizagem de um certo conceito, daquelas que são transversais aos conteúdos, mesmo que seu suporte seja o ensino de um domínio preciso”.

Pommer (2013), afirma que a Engenharia Didática teve como finalidade, inicialmente:

[...] estudar problemas relativos à aprendizagem de conhecimentos específicos da Matemática: diagnóstico de concepções, dificuldades e obstáculos, compreender os níveis de desenvolvimento das estratégias dos alunos, a aprendizagem, introdução e construção de conhecimentos específicos, a formação de professores, explicitar a relação entre temas da matemática e outras áreas de conhecimento, dentre outras. (POMMER, 2013, p. 21).

Dentro da metodologia de Engenharia Didática, a Teoria das Situações Didáticas é vista como paradigma bem definido, contribuindo para descrever a situação.

Na primeira fase da metodologia são feitas as análises preliminares sobre os conhecimentos didáticos específicos do conteúdo que a pesquisa aborda para embasar a concepção da engenharia. É escolhido o conteúdo a ser trabalhado, a análise prévia das concepções dos professores, das dificuldades e dos obstáculos que determinam sua evolução no uso de tecnologias e a análise do campo em que será realizada a pesquisa.

Foram escolhidos para se trabalhar durante a pesquisa, conteúdos de Geometria Analítica, propostos pelo currículo mínimo da disciplina de Matemática para a 3ª série do Ensino Médio, uma vez que propiciariam o uso de *softwares* de geometria dinâmica e são conteúdos que permitem estabelecer relações significativas com a existência de situações simples do cotidiano, como calcular medidas e distâncias.

As experiências de ensino envolvem: marcação de pontos no plano cartesiano, distância entre dois pontos, equação da reta e da circunferência, inseridos nas seguintes competências e habilidades do campo geométrico: resolver problemas utilizando o cálculo da distância entre dois pontos; identificar e determinar as equações geral e reduzida de uma reta; identificar retas paralelas e retas perpendiculares a partir de suas equações; determinar a equação da circunferência na forma reduzida e na forma geral, conhecidos o centro e o raio.

Nessa fase, segundo Machado (2015, p. 240), são levantadas as dimensões da pesquisa. A dimensão epistemológica associada à gênese, a história do conteúdo a ser trabalhado, a dimensão cognitiva associada aos entraves que os docentes encontram no desenvolvimento de seu trabalho e a dimensão didática associada ao sistema de ensino, à prática pedagógica, à abordagem do conteúdo em livros e materiais didáticos.

Na sua dimensão epistemológica, é necessária uma revisão bibliográfica com relação ao conhecimento. A busca das origens dos conhecimentos de matemática permite ao professor aprimorar a relação com o saber, o que incrementa a crítica com relação aos materiais didáticos disponíveis e pode fomentar o trabalho em sala de aula, segundo Pommer (2013 p. 26).

O estudo da concepção e da análise *a priori* das situações didáticas constitui a segunda fase da metodologia, na qual, o pesquisador, já orientado pelas análises preliminares, determina o número de variáveis referentes ao sistema didático sobre o qual o ensino pode atuar, as chamadas variáveis de comando.

Dois tipos de variáveis de comando são propostas por Artigue (1988, p. 291), “as variáveis macrodidáticas ou globais relativas à organização global da engenharia e as variáveis microdidáticas ou locais relativas à organização local da engenharia, ou seja, a organização de uma sessão ou de uma fase”. Essas variáveis, tanto de ordem geral como específicas, são interdependentes, cabendo à concepção geral promover a invenção, a organização e o desenvolvimento de situações locais.

A análise *a priori* desenvolvida com os professores participantes desta pesquisa está centrada nas características de uma situação adidática²⁶ criada pelo professor/pesquisador e tem como objetivo:

[...] determinar no que as escolhas feitas permitem controlar os comportamentos dos alunos e o significado de cada um desses comportamentos. Para isso, ela vai se basear em hipóteses e são essas hipóteses cuja validação estará, em princípio, indiretamente em jogo, na confrontação entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori* a ser operada na quarta fase (ARTIGUE, 1988, p. 294).

Portanto, o comportamento é considerado como principal ponto de análise desta fase, em que se deve:

- Descrever as escolhas das variáveis locais, associando-as às escolhas das variáveis globais e as características das situações adidáticas desenvolvidas.

²⁶ A situação adidática é considerada um tipo de situação didática. Na situação adidática o aprendiz vivencia a situação de ensino como se fosse um pesquisador que busca solução para as questões sem a ajuda do professor. O sucesso do nessa situação significa a sintetização de conhecimento pelo seu próprio mérito (FREITAS, 2012).

- Analisar a relevância da situação adidática para o aprendiz, considerando as possibilidades de ação, escolha, tomadas de decisão, controle e validação que ele terá durante a experimentação.
- Prever comportamentos possíveis e mostrar como a análise realizada permite controlar o sentido desses comportamentos, e como sua ocorrência influencia na aprendizagem.

A experimentação é a terceira fase da Engenharia Didática, consiste na aplicação da sequência didática com o grupo de professores. Ela se inicia com o contato do professor/pesquisador com o grupo de professores. Os objetivos e as condições de realização da pesquisa já descritos na análise *a priori* devem ser apresentados aos participantes nesta fase. Deve ser estabelecido o contrato didático²⁷, aplicados os instrumentos de pesquisa e registradas as observações feitas durante a experimentação.

Durante a experimentação, nas sessões de ensino devem ser respeitadas as escolhas realizadas na análise *a priori*, sendo possível, utilizar metodologias externas, como a aplicação de questionários fechados e abertos em diversos momentos da sessão de ensino ou ao final da experimentação, com objetivo de promover a interação do grupo e a discussão do conteúdo abordado na pesquisa.

A fase de experimentação da engenharia proporcionou a interação entre os professores para obter os dados necessários à pesquisa. A formação, as discussões possibilitaram que todos os participantes manifestassem suas percepções, pontos de vista, contribuições e inquietações, favorecendo uma visão crítica e coletiva dos pontos abordados.

A análise *a posteriori* e a validação, quarta e última fase da Engenharia Didática, consiste na constatação do conjunto de dados recolhidos na experimentação, observados e obtidos pelo pesquisador, durante as sessões de ensino, por meio de registros. Esta fase é caracterizada pela investigação dos dados colhidos e sua confrontação com a análise *a priori*, possibilitando analisar os resultados e verificar como as questões propostas foram respondidas, constatando se houve ou não a validação das hipóteses levantadas no início da pesquisa. Na Engenharia Didática, “a validação é essencialmente interna, fundada no confronto entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*” (ARTIGUE, 1996, p. 197).

²⁷ O contrato didático é composto por regras e convenções que podem ser comparadas a cláusulas de um contrato que fundamenta a relação professor e aluno, segundo Silva (2012). As cláusulas constituem os comportamentos esperados entre professor e aluno na situação de ensino.

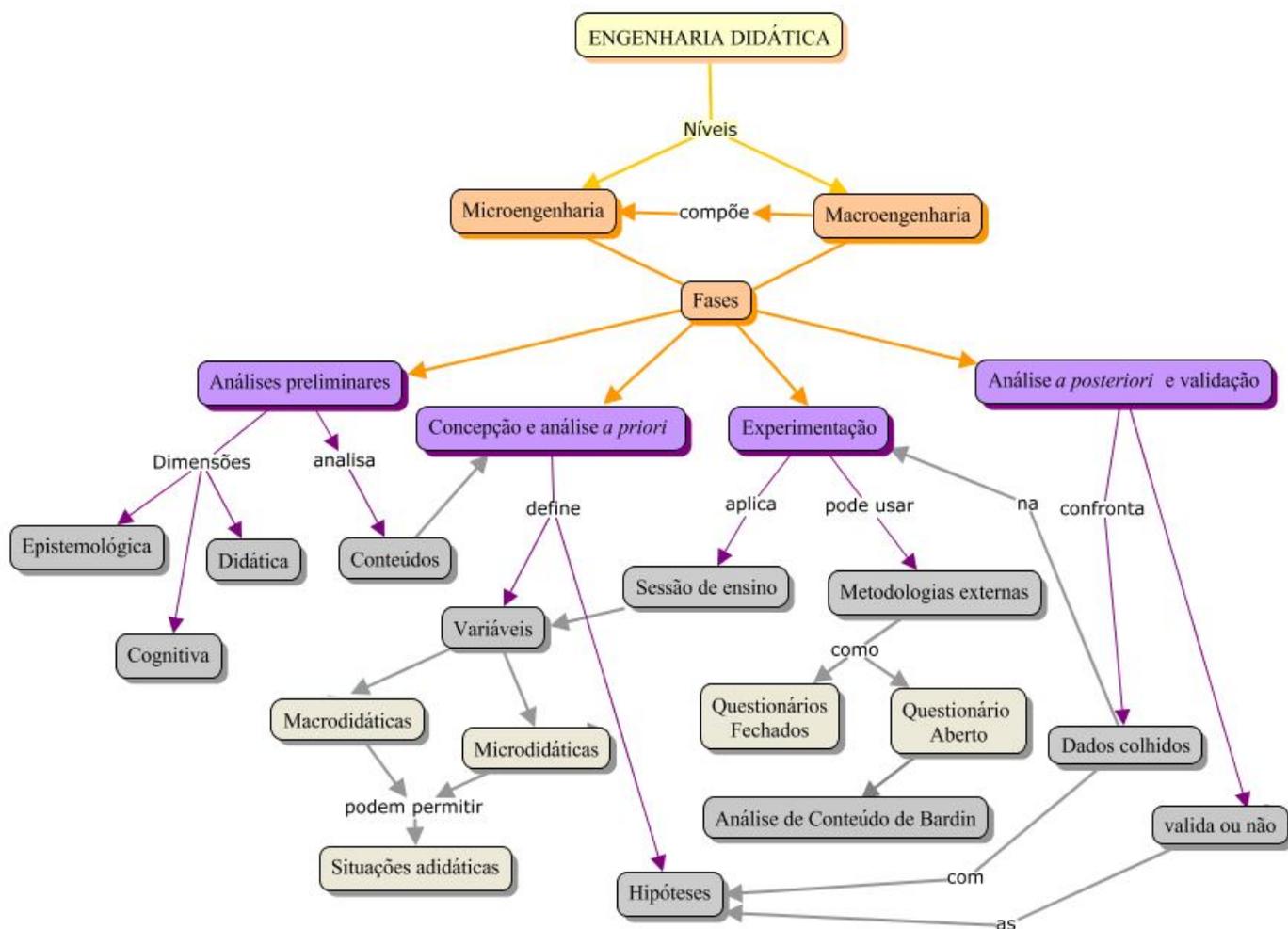
O presente material que utiliza a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, pretende mostrar, a partir das sequências de estudos, suas contribuições para a formação do professor e para a construção de conhecimento a partir da reflexão e do enfrentamento das dificuldades e impasses vivenciados na prática docente.

Para apresentar uma organização visual das fases da Engenharia Didática, foi confeccionado um mapa conceitual²⁸ por meio do *software Cmap Tools*²⁹, no qual estão relacionados conceitos envolvidos nesta metodologia de pesquisa, conforme apresentado a seguir:

²⁸ Os mapas conceituais são resultado de uma pesquisa desenvolvida por Novak e Gowin (1984) em aprendizado humano e construção do conhecimento. Moreira (2006) afirma que os mapas conceituais podem ser definidos como um diagrama que indica relação entre conceitos, podendo assumir caráter hierárquico que buscam refletir a organização de um determinado campo de conhecimento ou parte dele.

²⁹ O *Software Cmap Tools* é o resultado de uma pesquisa conduzida no *Florida Institute for Human & Machine Cognition* (IHMC) e possui licença gratuita para uso pessoal e comercial. Encontra-se disponível para *download*, para as plataformas *Windows*, *OSX* e *Linux*. O *Download* em Português pode ser feito pelo endereço eletrônico <<http://cmaptools.softonic.com.br/>>, bastando, para tanto, o usuário preencher um formulário contendo informações pessoais e o sistema operacional desejado.

Figura 5 – Mapa Conceitual da Engenharia Didática.



Fonte: Elaboração da autora.

Dessa forma, a Engenharia Didática contribui para a organização das sessões de ensino como campo metodológico, possibilitando a promoção de fundamentos teóricos para que o professor conheça o significado e possa contextualizar os conteúdos a serem desenvolvidos, estabelecendo ligações entre a teoria e a prática de sala de aula, o que possibilita a formação de conceitos matemáticos.

3.1.5 Perspectivas da avaliação da aprendizagem

Ao observar o processo de ensino e aprendizado da Matemática, é perceptível que este apresenta, em algumas realidades, vestígios do ensino tradicionalista que outrora limitava o discente, perante o desenvolvimento de seu senso crítico.

Nessa perspectiva, é possível notar que essa realidade vem sendo alterada, de modo que os docentes começaram a perceber a necessidade de inovar suas práticas metodológicas avaliativas e de ensino e aprendizado, mediante uma exigência da sociedade.

Méndez (2002) evidencia que a avaliação do conhecimento criado pelo docente, por diversos momentos, transpõe uma prática tradicional, com o intuito de penalizar, estigmatizar, corrigir e aprovar. Por conseguinte, o pesquisador acentua ao afirmar que existe a necessidade de “[...] recuperar o sentido positivo da avaliação educativa e encará-la como uma atividade que convida a seguir em frente, aprendendo” (MÉNDEZ, 2002, p.70).

Ao se refletir sobre o processo avaliativo no âmbito educacional, observa-se que diversos pesquisadores ponderam sobre uma diversidade de métodos corretivos, de forma com que este método não se limite a quantificar o conhecimento do discente, mas sim qualificar o que de fato foi construído pelo aluno, em conjunto com seu professor (SILVA, 2004).

Ponte *et al.* (1993) explicam que a avaliação, enquanto parte da metodologia de ensino e aprendizado, exerce uma função primordial que tende a colaborar para que o discente aprimore suas habilidades cognitivas.

Para que a avaliação alcance seus reais objetivos pedagógicos, o docente pode acrescentar a este processo, ações que colaborem para ajudar o aluno na percepção de suas dificuldades, sendo, portanto, de grande relevância que todo o processo avaliativo seja consolidado com total transparência para com os alunos, de forma que estes possam opinar sobre os critérios de avaliação (SILVA, 2004).

Nessa perspectiva, a avaliação oferta meios para que o docente perceba quais são as dificuldades apresentadas por seus alunos e, conseqüentemente, busque práticas pedagógicas que colaborem para a progressão de seus alunos, durante cada etapa do processo de ensino e aprendizado (PONTE *et al.*, 2007).

Ainda em concordância com Ponte *et al.* (2007), é notório que as diretrizes curriculares contemporâneas recomendam a utilização da avaliação a favor da construção de um conhecimento concreto pelos discentes (NCTM, 2007).

Ao se analisar os métodos avaliativos utilizados por muitos professores de Matemática, verifica-se que estes devem objetivar a consolidação de um diagnóstico, para que, assim, o docente consiga compreender as limitações e as individualidades de cada aluno e, com isso, elaborar estratégias para consolidar um processo de ensino e aprendizado qualitativo (PONTE *et al.*, 1997).

Nessa conjuntura, é pertinente enfatizar que:

[...] as tarefas de avaliação devem fornecer dados significativos a respeito das aptidões, preferências e dificuldades de cada aluno que ajude o professor a compreendê-lo enquanto “aluno de Matemática” e constituam uma base para conceber e orientar futuras atividades. Ao mesmo tempo, devem fornecer ao aluno uma informação que o ajude na reflexão e autorregulação relativamente ao seu processo de aprendizagem (PONTE *et al.*, 1997, p.103).

Os padrões avaliativos do *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM,1993) defendem uma série de mudanças na grade curricular, na forma como o ensino é estabelecido e na função desempenhada pelos docentes e discentes. Todavia, nenhuma dessas modificações “[...] é tão importante como as relacionadas com a avaliação. Devemos aprender a utilizar uma diversidade de instrumentos de avaliação e não estar apenas dependentes dos testes escritos” (NCTM, 1993, p. 9).

Ao avaliar, o professor pode ofertar garantias de que cada aluno tenha confiança em sua capacidade para aprender e desenvolver suas habilidades matemáticas. Sendo recomendável também, que o professor, em conjunto com seu aluno, desenvolva neste a percepção matemática sobre os diversos problemas que acontecem nos núcleos sociais em que este está inserido (NCTM, 2015):

Precisamos tomar medidas para garantir que cada aluno fique confiante em sua capacidade de aprender e usar a matemática. Ele deve se ver como capaz de usar sua crescente compreensão matemática para dar sentido a novos problemas no mundo ao seu redor. Tal aluno está ciente da evolução cultural, histórica e científica da matemática e valoriza o papel da matemática no desenvolvimento da nossa sociedade contemporânea. Procura relações entre a matemática e as disciplinas que utilizam as ferramentas da ciência: as ciências físicas e da vida, as ciências sociais e as humanidades. Tal aluno acredita que a matemática faz sentido, os concebe como um campo de estudo e está disposto a considerar a realização de estudos de matemática ou áreas relacionadas (NCTM, 2015, p.9, Tradução nossa).

Vale destacar, que o processo avaliativo permite que o docente atue interdisciplinarmente, visando à consolidação de um saber, por parte do aluno, mais dinâmico e mais crítico (NCTM, 2015).

Dessa forma, a avaliação pode ser entendida pelos docentes como um elemento essencial na construção do ensino do aluno e que pouco a pouco estabelece o desenvolvimento das aptidões necessárias para que este aprimore suas habilidades e competências e consiga consolidar seu conhecimento (ROSALES, 1992).

Por conseguinte, ao se contextualizar sobre a temática avaliação, é de grande relevância salientar que esta, em conformidade com Freitas (2014), apresenta-se por meio de três funções, sendo estas a função diagnóstica ou analítica, a função formativa e a função somativa. Aborda-se a seguir cada viés metodológico apresentado pelo processo de avaliação.

Segundo Luckesi, a avaliação diagnóstica tem como principal função evidenciar a real situação da aprendizagem do grupo em que foi aplicada, sendo esse viés avaliativo procedimental, dinâmico, democrático e inclusivo, uma vez permite que o docente perceba quais os principais déficits, no que se refere ao conhecimento dos alunos avaliados, e trace medidas para superá-los (LUCKESI, 2005).

De outra maneira, é possível salientar que:

[...] a Avaliação Diagnóstica torna-se um instrumento facilitador, pois sua função é a certificação das aprendizagens e das competências desenvolvidas. Por meio dela, é possível estabelecer “o ponto de partida” do trabalho docente, porém, infelizmente, poucos professores se utilizam desta ferramenta para subsidiar seu trabalho pedagógico, auxiliando-os no processo ensino-aprendizagem (LORENCINI, 2013, p.11).

Já a avaliação formativa é tida como uma metodologia que proporciona ao docente a percepção das habilidades e competências já adquiridas pelo aluno. Ela pode ser estabelecida por meio do diálogo entre o professor e o aluno ou por meio das tarefas executadas pelos discentes, como testes, provas objetivas e/ou discursivas ou, ainda, por meio de brincadeiras. Sua essência se fundamenta no processo em que as atividades são desenvolvidas e não no resultado alcançado, segundo Freitas (2014)

A avaliação somativa, é estabelecida no final do processo de ensino e aprendizagem. Sua finalidade é consubstanciar o aprendizado consolidado pelo discente e, eventualmente, averiguar o que de fato foi aprendido por ele. Esta vertente da metodologia que envolve a avaliação é usada em muitos âmbitos para quantificar valores, determinando se o aluno foi ou não aprovado (HAYDT, 2000, *apud* FREITAS, 2014, p.3).

Hoffmann (2008) afirma que essas funções avaliativas devem ser utilizadas em conjunto, de forma que uma complemente e enriqueça a outra, permitindo que o docente colha informações pertinentes à metodologia utilizada no processo de ensino e aprendizagem, adequando-a à realidade de cada aluno, garantindo, assim, que o processo de construção do seu saber seja contínuo e apresente níveis significativos de construção do conhecimento.

O NCTM (2015, p.89, tradução nossa) salienta que a avaliação deveria ter quatro funções:

- Supervisionar o progresso dos alunos para encorajar sua aprendizagem.
- Tomar decisões a respeito do ensino para modificá-lo, com o objetivo de facilitar a aprendizagem do aluno.
- Avaliar o desempenho do aluno, a fim de resumir e relatar a compreensão demonstrada por eles em um momento particular.
- Avaliar os currículos para tomar decisões sobre os planejamentos de ensino.

Pode-se, portanto, considerar que o ato de avaliar envolve o processo de reflexão dos educadores sobre a sua ação prática, conforme afirmam Marin, Silva e Souza (2017, p. 11).

Assim como existe a preocupação com a formação inicial e continuada do professor em relação aos conteúdos, relatados nesta pesquisa por meio dos estudos de Palis e Shulman, existe também a preocupação em relação à avaliação na sua trajetória acadêmica, pois esta pode ser influenciada por concepções obtidas nesses processos de formação.

Marin, Silva e Souza (2017, p. 12), ressaltam que a forma como o professor concebe a avaliação e a prática reflete em sua formação acadêmica e as representações construídas, em sua trajetória profissional.

O ato de avaliar pode ser dessa forma caracterizado como uma relação pedagógica que depende da configuração e sentido dados à relação entre o real e o ideal [...] a avaliação escolar se constrói através de um processo de reflexão e leitura da prática pedagógica; esse processo de reflexão/avaliação é a expressão do conhecimento produzido pelo professor em suas experiências de vida e nas inter-relações com os outros; esse processo de reflexão/avaliação da prática pedagógica é contínuo e possibilita a formação do professor no próprio trabalho (DALBEN, 2017, p. 163 e 168).

A construção de novos conhecimentos em conjunto com o discente possibilita que a avaliação se manifeste como um mecanismo de grande eficiência, mostrando as dificuldades de aprendizados dos alunos e salientando o conhecimento que este já adquiriu ao longo de sua vida. Entender a dinâmica que consolida esse processo, fomenta a elaboração de métodos que permitem refletir na melhoria das habilidades e competências do aluno.

Esta pesquisa salienta questionário de questões objetivas como instrumento de avaliação e aborda mudanças na dinâmica de avaliar, apresentando o Complemento

Flubaroo, como ferramenta de correção automática, que contribuiu para dinamizar esse processo, concebendo praticidade e ampla possibilidade de discussão e análise dos resultados que são fornecidos de forma automática.

4 METODOLOGIA

Adotou-se como metodologia de pesquisa a Engenharia Didática proposta por Michèle Artigue (1988) para embasar os estudos realizados, percorrendo as quatro fases que compreendem:

- Análises preliminares;
- Concepção e análise *a priori* das situações didáticas;
- Experimentação;
- Análise *a posteriori* e validação.

Segundo Artigue, essas fases, nas quais se desenvolve a pesquisa, devem ser retomadas e aprofundadas sempre que necessário, eliminando-se a concepção de linearidade no processo experimental da pesquisa.

A metodologia é descrita analisando as situações didáticas desenvolvidas no laboratório experimental - o grupo de professores - que se propõe a verificar suas práticas profissionais por meio das características desse processo, o registro dos estudos, a validação e a confrontação entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*.

Como instrumentos para analisar e tabular os dados da pesquisa, colhidos por meio dos questionários, desenvolvidos na análise *a priori* e na sessão de ensino, adotou-se a planilha eletrônica da Microsoft (Excel/versão 2007) e a Técnica de Análise do Conteúdo de Bardin (2011).

A abordagem do conteúdo de Geometria Analítica, escolhido para ser trabalhado nas sessões de ensino, foi realizada por meio da tecnologia, após a instalação do *software Graphing Calculator* nos celulares. Vale ressaltar que este *software* precisa de conexão com a Internet apenas para ser instalado, podendo ser usado em modo *off-line*.

Apresenta-se o Complemento *Flubaroo* como recurso didático no processo avaliativo da disciplina de Matemática, constituindo-se em uma ferramenta gratuita que auxilia na correção de avaliações objetivas, apresentando os resultados em tabelas e gráficos para que sejam analisados.

Neste capítulo são apresentadas e ilustradas atividades desenvolvidas com os docentes no *software Graphing Calculator*, a análise dos resultados de avaliações propostas por meio das planilhas e gráficos gerados no complemento *Flubaroo* e as descrições das fases da metodologia de pesquisa.

Os procedimentos que representam maneiras de investigar um tópico seguindo-se de um conjunto de propostas pré-especificadas constituem o Estudo de Caso. Nesta pesquisa, dispõe-se das fases da metodologia da Engenharia Didática para se

desenvolver uma proposta de utilização do Complemento *Flubaroo* para a avaliação em Geometria Analítica, um Estudo de Caso que muito se assemelha à metodologia da Engenharia Didática, por apresentar fases de desenvolvimento.

Um projeto de pesquisa que envolve o Método do Estudo de Caso compreende três fases distintas: a escolha do referencial teórico sobre o qual se pretende trabalhar, a seleção dos casos e o desenvolvimento de protocolos para a coleta de dados:

Na primeira fase da condução de estudos de caso deve-se atentar para o desenvolvimento do protocolo, documento formal que contém os procedimentos, os instrumentos e as regras gerais a serem adotados no estudo e onde estão listados: uma visão geral do projeto.

Na segunda fase do estudo são colhidas as evidências que compõem o material sobre o caso; trata-se da análise de documentos.

Na última fase do estudo buscam-se a categorização e a classificação dos dados, tendo-se em vista as proposições iniciais do estudo (CESAR, 2006, p. 8-9).

Para se discutir o método do Estudo de Caso, três aspectos devem ser considerados: a natureza da experiência, enquanto fenômeno a ser investigado, o conhecimento que se pretende alcançar e a possibilidade de generalização de estudos a partir do método. Assim, um estudo de caso é mais indicado para aumentar a compreensão de um fenômeno do que para delimitá-lo (CESAR, 2006, p. 3).

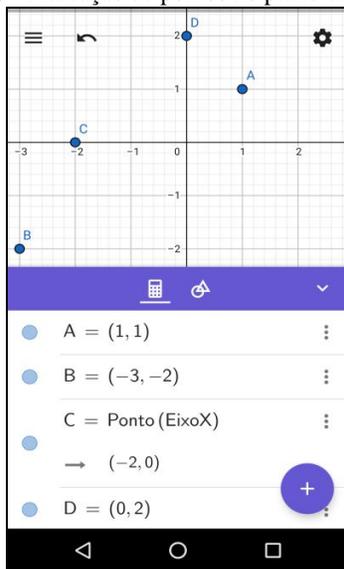
O estudo de casos proporciona ao seu sujeito a função de administrador, numa situação de gestão. Os casos possibilitam uma aproximação da realidade muito maior do que as tradicionais aulas expositivas (GIL, 2004, p. 8, *apud* VASCONCELOS, p.2).

4.1 A abordagem de conteúdos de Geometria Analítica por meio do *software Graphing Calculator*

Para uso do *software Graphing Calculator*, o Geogebra para celulares, fez-se necessária sua instalação a partir do *Play Store* para dispositivos *Android*, do *Apple Store* para dispositivos IOS (*Iphone, Ipad*), estando disponível também em 3D – Geometria Espacial. As orientações sobre a instalação e uso deste *software* e as atividades desenvolvidas pelo grupo de professores nas sessões de ensino, encontram-se disponíveis ao final desta pesquisa, no APÊNDICE B, intitulado Instalação e execução de atividades usando o *software Graphing Calculator*. Nas sessões de ensino, terceira fase da Engenharia Didática, foi possível fazer a instalação do *software*, explorá-lo e desenvolver todas as atividades descritas.

Apresentam-se nas figuras a seguir três imagens de telas de celular - material disponível no APÊNDICE B - em diferentes momentos da atividade proposta, nas quais foi possível visualizar atividades desenvolvidas nas sessões de ensino por meio deste *software*.

Figura 6 - Marcação de pontos no plano cartesiano.



Fonte: Elaboração da autora.

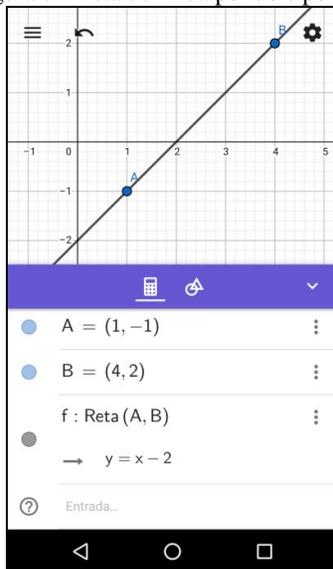
Pode-se observar na Figura acima a marcação de pontos no plano cartesiano, em que são mostrados na janela de visualização (janela geométrica) o plano e as linhas de grade, que podem ser exibidos ou ocultados a qualquer momento, e os pontos marcados. Na janela de álgebra, tem-se a representação algébrica desses pontos com suas respectivas coordenadas cartesianas.

Devido à grande sensibilidade da tela ao toque, pode acontecer do ponto ser marcado fora da malha, representando, neste caso, um número decimal. Quando isso ocorre, o ponto, assim como os demais objetos traçados, podem ser arrastados pela tela para que sejam posicionados corretamente.

A janela de álgebra e a barra de ferramentas do *software* também podem ser exibidas ou ocultadas a qualquer momento, conforme orientações contidas no APÊNDICE.

A Figura 7 mostra, na janela geométrica, a reta que passa pelos pontos A e B e na janela algébrica, as coordenadas desses pontos e a equação da reta AB. Nessa atividade, vale destacar que a ferramenta gera rápida identificação dos coeficientes angular e linear de cada reta traçada, o que possibilitou pertinentes discussões em torno da temática.

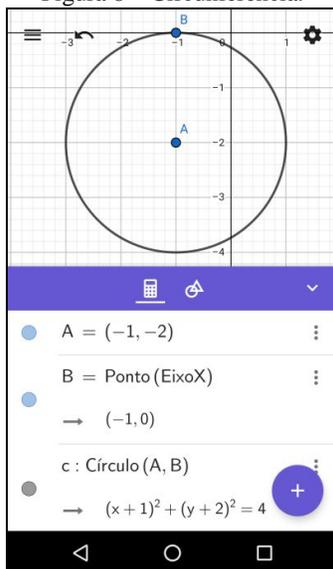
Figura 7 - Reta definida por dois pontos.



Fonte: Elaboração da autora.

A Figura 8 apresenta a circunferência que tem centro no ponto A (-1, -2) e passa pelo ponto B (-1, 0). A partir da imagem, observa-se que seu raio é igual a 2. E, na janela de álgebra, estão representados os pontos com suas coordenadas e a equação reduzida dessa circunferência.

Figura 8 – Circunferência.



Fonte: Elaboração da autora.

As atividades desenvolvidas possibilitaram, a partir das FERRAMENTAS, explorar o *software*, realizar comparações entre as representações geométrica e algébrica, discutindo a dinamicidade proporcionada pelo mesmo.

4.2 O *Flubaroo* como ferramenta de avaliação

O *Flubaroo* é uma ferramenta gratuita que pode ser utilizada para correção de formulários de questões objetivas, potencializando o processo de avaliação e o trabalho do professor. A planilha de resultados das avaliações indica a pontuação média de acertos por pessoa, a pontuação média por pergunta, sinalizando perguntas com baixa pontuação e apresenta esses resultados em gráficos com o formato de distribuição de notas.

Os resultados fornecidos pelo complemento de correção, o *Flubaroo*, possibilitam um imediato *feedback* da avaliação aplicada, permitindo detectar problemas e identificar habilidades que precisam ser revistas, concebendo uma ampla dimensão ao processo avaliativo.

Dias (2016), ao estudar perspectivas de avaliação em países latino-americanos, afirma que pesquisas recentes concluem que as dimensões do currículo consideradas no processo avaliativo, são a social e a pedagógica, destacando que:

[...] as dimensões consideradas foram a social e a pedagógica, com vistas a uma avaliação de aprendizagem diagnóstica, processual e contínua, tratadas como parte fundamental do processo ensino-aprendizagem por permitir detectar problemas, corrigir rumos, apreciar e estimular projetos bem-sucedidos (DIAS, 2016, p.173).

O NCTM (2015) reforça a definição de avaliação prescrita no NCTM (1995), relatando que:

Quando é solicitada a definição de avaliação, muitos professores pensam em testes curtos e provas, assim como em medições do desempenho estudantil em distritos, estatais ou províncias e em exames nacionais. No entanto, as necessidades de avaliação devem ser concebidas de uma forma muito mais abrangente. Nas normas de avaliação para a Educação Matemática (1995), o NCTM definiu a avaliação como “o processo de recolha de evidências a respeito do conhecimento dos alunos, a capacidade de usar a matemática e sua disposição para a disciplina, como fazer interferências a partir de tais evidências para uma variedade de propósitos” (NCTM, 2015, p.85, tradução nossa).

Esta pesquisa apresenta o complemento *Flubaroo* como ferramenta tecnológica de avaliação automática de formulários contendo questões objetivas ou de múltipla escolha. Os resultados são apresentados em gráficos e em planilhas, permitindo análise

das respostas, discussão crítica do desempenho obtido, possibilitando realizar interferências junto às habilidades não construídas.

Nesta perspectiva, Palis citando Pollack, afirma que: “A verificação é uma estratégia crucial em matemática em todos os níveis [...]. O fator principal do sucesso em matemática é o instinto de pensar nas mais variadas formas de verificar o que se fez” (POLLACK, 1987 *apud* PALIS, 2010, p. 6).

O Complemento *Flubaroo*, recentemente incorporado à Galeria de Complementos (*Add-ons*) e disponibilizado pelo *Google Docs*, funciona como dinamizador do trabalho docente, auxiliando-o na avaliação de respostas de múltipla escolha, efetuadas em formulários criados no *Google Drive*. Trata-se de um manual, *script*, desenvolvido por terceiros, configurando-se como um “instrumento de avaliação que auxiliará tanto o aluno quanto o professor a inovar sua prática pedagógica, tornando esse processo mais dinâmico e contínuo” (PENCINATO; FETTERMANN; OLIVEIRA, 2016, p.94).

Esta pesquisa enfatiza o *Flubaroo* como um instrumento de avaliações *on-line*, o qual permite que elas sejam realizadas por meio dos celulares³⁰. Após serem organizadas as avaliações objetivas nos formulários *Google* e instalado o complemento de correção, elas podem ser respondidas pelo celular, por cada participante. Este processo dinamiza a organização do trabalho docente, pois auxilia a avaliação de respostas, possibilita sua correção automática e avaliação por meio de planilhas e gráficos apresentados ao professor que, ao transmitir o *feedback* a seus alunos, permitindo a organização de intervenções no desenvolvimento cognitivo dos mesmos, possibilitando verificar progressos e dificuldades e fomentar novos rumos.

Organizadas as avaliações ou atividades objetivas, o *link* pode ser enviado pelo celular, para o grupo de *WhatsApp* da turma ou por *e-mail*, ficando a critério do professor a forma mais conveniente de envio. Pode-se também estipular prazos e permitir que a avaliação *on-line* disponível seja realizada fora do horário da aula. Cada questão pode ser respondida por meio de celular, ou pelo computador, caso seja feita a opção de realização fora do horário de aula. Terminada a avaliação, os mesmos deverão enviar seus formulários, implicando na conclusão deste processo avaliativo, uma vez que a correção se dá de forma automática. Cabe, em seguida, a realização de uma reflexão crítica da análise dos resultados obtidos, conforme evidenciam Pencinato, Fettermann e Oliveira (2016, p.99):

³⁰ A Lei Nº 5453, de 26 de maio de 2009, permite o uso do telefone celular no ambiente escolar como recurso pedagógico.

Desta maneira, pode-se acompanhar o desempenho de cada um de forma mais rápida e eficaz, possibilitando identificar dificuldades e pensar em uma solução para, então, dar um retorno para os estudantes, que lhes permita buscar conhecimento e aperfeiçoar as habilidades nas disciplinas estudadas.

Esse *feedback* imediato beneficia professores e estudantes, uma vez que otimiza o tempo, proporcionando a oportunidade para refletirem sobre os resultados obtidos. É mostrado ao professor o nível de conhecimento de cada conceito, possibilitando o resgate de conceitos cujas habilidades não foram construídas e também repensar continuamente sua prática pedagógica.

Vale ressaltar a proibição do uso de telefone celular e outros aparelhos nas escolas estaduais do estado do Rio de Janeiro, quando não utilizados como recurso pedagógico. A lei estadual nº 5222, de 11 de abril de 2008 e sua Ementa - Nova redação dada pela Lei Nº 5453, de 26 de maio de 2009:

Art. 1º Fica proibido o uso de telefones celulares, [...] nas salas de aulas, salas de bibliotecas e outros espaços de estudos, por alunos e professores na rede pública estadual de ensino, salvo com autorização do estabelecimento de ensino, para fins pedagógicos.

Essa proibição foi também editada pelos estados de São Paulo, Ceará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Acre Santa Catarina, Mato Grosso, Bahia, Rondônia e Goiás em suas leis estaduais. Outros estados tramitam projetos de leis, dispondo sobre a mesma questão nas Assembleias Legislativas.

A lei permite o uso do telefone celular no ambiente escolar como recurso pedagógico e cabe ao professor e à comunidade escolar, “educar de forma a integrar essa tecnologia móvel à cultura escolar e ao material didático” (BORBA; LACERDA, 2015, p. 501).

Sabe-se que não há como dissociar tecnologia da escola pela necessidade de constante atualização da sociedade, condicionada pela era digital (PENCINATO; FETTERMANN; OLIVEIRA, 2016, p. 2). As características da comunidade escolar atual mostram a necessidade de atualização na maneira de ensinar e de avaliar o processo de ensino e aprendizagem, justificando a presente pesquisa, que traz a contribuição do complemento para dinamizar a avaliação no seu formato de múltipla escolha.

O material complementar que envolve a criação de Formulário *Google* e instalação do Complemento *Flubaroo*, organizado pela professora/pesquisadora foi aplicado aos professores, durante a sessão de ensino e encontra-se disponível no

APÊNDICE D: “Organização de Atividades nos Formulários *Google* e Instalação do Complemento *Flubaroo*”.

No momento de experimentação da sessão de ensino, esse material foi distribuído aos professores, na forma impressa, para que todos pudessem acompanhar o processo de criação da atividade e instalação do complemento.

Nesta oportunidade, foram elaboradas atividades/avaliações pelos professores, sob a orientação da professora/pesquisadora, fazendo uso do material complementar disponível (APÊNDICE D), o que pode caracterizar a ideia para formação continuada.

As figuras a seguir são de uma avaliação organizada na sessão de ensino por um professor, a título de experimentação, com objetivo de explorar as possibilidades de análise de resultados que o complemento proporciona.

A avaliação³¹ foi aplicada ao grupo somente a título de experimento. Todos responderam aleatoriamente, para se obter menos de 50% de acertos em algumas questões, possibilitando assim, analisar todos os recursos oferecidos pela planilha de resultados.

Por uma questão de preservação da identidade, os professores sujeitos da presente pesquisa, foram caracterizados por letras, participando da mesma como: PA, PB, PC, PD, PE e PF. O campo destinado ao e-mail, não foi respondido nesta avaliação com o intuito de manter o sigilo.

A Figura 9 ilustra a tela de um celular, com os primeiros itens da avaliação experimental a serem respondidos e nela encontra-se o cabeçalho da avaliação. São destacados como campos obrigatórios os assinalados com asterisco.

³¹ A avaliação está disponível no *link*: <https://goo.gl/dGeiBt>.

Figura 9 – Cabeçalho da avaliação.

Avaliação de
Matemática:
Experimentação

Responda às questões que se seguem, com base nos conteúdos estudados.

*Obrigatório

Nome completo *

Sua resposta

E-mail (Não responder nesta fase de Experimentação)

Sua resposta

Fonte: Elaboração da autora.

A Figura 10 mostra uma questão que envolve o cálculo da distância entre dois pontos, a ser realizado por mais de uma vez, para se calcular o perímetro de um triângulo isósceles. A questão foi escolhida pelos professores para ser analisada:

Figura 10 – Questão proposta.

Um triângulo é isósceles quando tem dois lados congruentes (medidas iguais). Mostre que o triângulo formado pelos vértices A(1,-1); B(1,3) e C(-1, 1) é isósceles, calculando as medidas de seus lados. Marque a opção que representa seu perímetro: *

$4 + 4\sqrt{2}$

$4 + 2\sqrt{2}$

$4 + 2\sqrt{4}$

$4 + \sqrt{2}$

Obtenha a equação da reta

Fonte: Elaboração da autora.

Foi realizada também a inserção das planilhas de resultados e dos gráficos, descrevendo as discussões do corpo docente perante esses resultados, além das

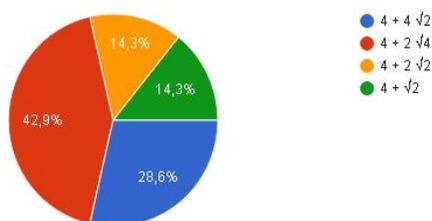
contribuições que os mesmos poderiam trazer ao desenvolvimento de seu trabalho docente.

As opções de respostas foram marcadas aleatoriamente, a fim de analisar todos os recursos oferecidos pela planilha de resultados, os quais são apresentados por meio de gráficos de setores e de planilhas, como é possível observar nas Figuras 11 e 12, respectivamente:

Figura 11 – Resultado a partir do gráfico de setores.

Um triângulo é isósceles quando tem dois lados congruentes (medidas iguais). Mostre que o triângulo formado pelos vértices A(1,-1) ; B(1,3) e C (-1, 1) é isósceles, calculando as medidas de seus lados. Marque a opção que representa seu perímetro:

7 respostas



Fonte: Elaboração da autora.

Os 6 (seis) professores da amostra responderam o formulário de avaliação e o enviaram para análise dos resultados. Foi possível identificar, observar, pelo gráfico apresentado na Figura 11, que 28,6% das respostas estão corretas, o que implica a esta questão corresponder a uma habilidade que precisa ser trabalhada novamente, pois não obteve, pelo menos 50% de acertos.

A seguir, tem-se a planilha de respostas, na qual são exibidos dia e horário em que foi enviada cada avaliação e as respectivas respostas de cada professor.

Figura 12 - Formulário de respostas.

Avaliação de Matemática: Experimentação (respostas) ☆ ■ dircileneval.tostes@gmail.com

Arquivo Editar Visualizar Inserir Formatar Dados Ferramentas Formulário Complementos Ajuda To... Comentários Compartilhar

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Indicação de data e hora	Nome completo	E-mail (Não	Turma:	Marque a opç	O mapa a	A distância	Um triângulo	Obtenha a equaçã	(ESA – 2016)Determine
19/05/2017 16:32:14	GABARITO		EM 3001	P e R	6,6 cm	10 cm	$4 + 4\sqrt{2}$	$x - y + 5 = 0$	$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 9$
19/05/2017 16:33:17	A		EM 3002	P e R	5,2 cm	10 cm	$4 + 2\sqrt{4}$	$x - y + 5 = 0$	$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 9$
19/05/2017 16:46:16	B		EM 3001	P e R	6,6 cm	10 cm	$4 + 2\sqrt{2}$	$x - y + 5 = 0$	$(x - 1)^2 + (y + 2)^2 = 9$
19/05/2017 17:32:05	E		EM 3001	P e R	6,6 cm	10 cm	$4 + 2\sqrt{4}$	$x - y + 5 = 0$	$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 9$
20/05/2017 16:08:19	C		EM 3001	P e R	6,6 cm	10 cm	$4 + \sqrt{2}$	$2x - 2y + 5 = 0$	$(x + 1)^2 + (y + 2)^2 = 3$
22/05/2017 16:26:39	F		EM 3002	P e R	6,6 cm	10 cm	$4 + 4\sqrt{2}$	$x - y + 5 = 0$	$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 9$
22/05/2017 17:38:24	D		EM 3001	P e R	6,6 cm	14 cm	$4 + 2\sqrt{4}$	$x - y + 5 = 0$	$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 9$

Fonte: Elaboração da autora.

Na Figura 13, a planilha avaliada/resultados informa o número e o percentual de acertos de cada participante do processo avaliativo e também o percentual de acertos de cada questão. A coluna assinalada em laranja evidencia uma questão, a qual menos de 50% dos participantes acertaram.

Tornou-se possível identificar que a questão de cálculos da distância entre pontos, mencionada anteriormente, em destaque na coluna N, foi resolvida corretamente, por apenas um participante, o que corresponde a 16,67% dos participantes.

Figura 13 - Planilha avaliada/Análise dos resultados.

Avaliação de Matemática: Experimentação (respostas) dircleneval.tostes@gmail.com

Arquivo Editar Visualizar Inserir Formatar Dados Ferramentas Formulário Complementos Ajuda To... Comentários Compartilhar

R\$ % .0_ .00 123 Arial 10 B I S A Mais

Resultados:

Resultados:				Destinados a assegurar funções FLUBAROO corretamente, não eliminar linhas ou colunas nesta folha											
A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	O	P		
Resultados:															
Pontos possíveis	30														
Pontuação média	21,67														
Número de formulários submetidos	6														
Formulários com acertos inferiores a 70%	0														
Data da submissão	Nome completo	E-mail (Não responder nesta fase de Exp ...)	Turma:	Pontos totais	Percentual	Número de submissões	Avaliação enviada por E-mail ?	Marque a opção correta :	O mapa a seguir foi desenhado sobre um p ...	A distância entre os pontos A e B repres ...	Um triângulo isósceles quando tem dois ...	Obtenha a equação da reta AB, sabendo q ...	(ESA – 2016)Determine a equação reduzida ...		
05/19/2017 16:33	A		EM 3002	20	66,67%	1		5	0	5	0	5	5		
05/19/2017 16:46	B		EM 3001	20	66,67%	1		5	5	5	0	5	0		
05/19/2017 17:32	E		EM 3001	25	83,33%	1		5	5	5	0	5	5		
05/20/2017 16:06	C		EM 3001	15	50,00%	1		5	5	5	0	0	0		
05/22/2017 16:26	F		EM 3002	30	100,00%	1		5	5	5	5	5	5		
05/22/2017 17:36	D		EM 3001	20	66,67%	1		5	5	0	0	5	5		
								100,00%	83,33%	83,33%	16,67%	83,33%	66,67%		

Fonte: Elaboração da autora.

As planilhas de resultados e os gráficos apresentados foram analisados e discutidos pelo corpo docente, avaliando as contribuições que os mesmos podem trazer ao desenvolvimento de sua prática. A experimentação inicial foi considerada satisfatória segundo os professores, uma vez que:

[...] possibilita a correção automática da avaliação, a análise detalhada das respostas, permitindo identificar as dificuldades apresentadas na construção do conhecimento e as habilidades que precisam ser revistas para se alcançar o resultado esperado (PA, PC e PE).

Destacam-se as discussões, o diálogo gerado a respeito dos conteúdos trabalhados, as questões propostas e as inquietudes acerca dos resultados obtidos. Esse

diálogo promove reflexões acerca do desenvolvimento profissional. Segundo Freire, 2005, p.91 *apud* BORBA, 2013, p. 40:

[...] ele [o diálogo] é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, [portanto], não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes.

Enfatiza-se o diálogo entre os participantes, a interação, troca de experiências e discussão crítica dos resultados, permitindo-lhes verificar seus respectivos desenvolvimentos no processo.

4.3 Procedimentos da pesquisa

São apresentadas a seguir, a descrição e análise da Engenharia Didática abordada nesta pesquisa, a confrontação entre as análises *a priori e a posteriori* e a validação ou não da Engenharia Didática concebida.

A partir dos procedimentos, são realizadas as análises prévias de abordagem do conteúdo de Geometria Analítica, a concepção e realização das ações de aplicabilidade do conteúdo, o material explicativo e também os instrumentos utilizados para o levantamento de dados, como a elaboração de atividades *on-line*. Os questionários serão apresentados com as respectivas análises.

Utilizou-se a planilha eletrônica da *Microsoft* (EXCEL/versão 2007) para tabular as respostas dadas às perguntas do questionário fechado. E, para analisar as discussões ocorridas na fase de experimentação, nas sessões de ensino e questionário realizado, foi adotada a técnica de Análise de Conteúdo, desenvolvida por Laurence Bardin, em 1977. Como referência para esta pesquisa, utiliza-se a obra “Análise de Conteúdo” de Bardin, com edição revista e ampliada em 2011.

Esta técnica, segundo Bardin (2011, p. 15), consiste num conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis, em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. A intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção, inferência esta que recorre a indicadores (BARDIN, 2011, p. 44).

Sendo assim, de acordo com esta definição,

[...] a tentativa do pesquisador/analista é dupla: compreender o sentido da comunicação (como se fosse o receptor normal), mas também, e principalmente, desviar o olhar para outra significação, outra mensagem entrevista por meio ou ao lado da mensagem primeira. A leitura efetuada pelo analista [...] não é, ou não é unicamente uma leitura “à letra”, mas antes o realçar de um sentido que figura em segundo plano [...] cujos significados podem ser de natureza psicológica, sociológica, política e histórica. (BARDIN, 2011, p. 47).

A Análise de Conteúdo proporciona a ultrapassagem da incerteza, estará efetivamente contido na mensagem o que nela se julga ver, auxiliando a descobrir o que está oculto no texto, por meio de sua codificação.

Vale destacar a contribuição da categorização para esta pesquisa, operação de classificação de elementos por diferenciação e por reagrupamento a partir de suas características comuns a serem relatadas com o desenvolvimento de estudo, destacando, por exemplo, a faixa etária dos docentes.

Bardin (2011, p. 131) afirma que as

[...] operações estatísticas simples (percentagens) [...], permitem estabelecer quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos, os quais condensam e põem em relevo as informações fornecidas pela análise.

Observa-se, portanto, uma semelhança com os resultados apresentados para análise pelo complemento de correção, o *Flubaroo*.

Com os resultados obtidos, torna-se possível propor inferências e interpretações sobre os objetos previstos, favorecendo a análise crítica e reflexiva sobre os dados da pesquisa. Portanto, a Análise de Conteúdo é vista como um instrumento diagnóstico e seu procedimento não é obrigatoriamente quantitativo. Nesta técnica podem estar presentes as análises quantitativa e qualitativa.

Baseada na Análise de Conteúdo de Bardin (2011), realizou-se a categorização das respostas do questionário que analisou a visão dos professores sobre a avaliação com as Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC, que faz a avaliação do desenvolvimento da pesquisa. Explorou-se o material e foram definidas as frequências das categorias identificadas, apresentando-as em forma de tabela.

4.3.1 Análises preliminares

Iniciando as fases pressupostas pela Engenharia Didática, foram realizados os estudos prévios em torno dos conteúdos de Geometria Analítica e da avaliação com TIC. Foi considerada, nesse estudo, a abordagem das três dimensões sugeridas por Artigue (1988, p. 289): a dimensão epistemológica, a dimensão didática e a dimensão cognitiva.

A escolha da Geometria Analítica está vinculada a situações de simples compreensão envolvendo geometria e álgebra, que possibilitam a articulação com outros conceitos presentes no currículo de Matemática.

Para essa seleção, durante a análise prévia, consideraram-se como critérios os R's defendidos por Silva em sua tese de doutorado defendida no ano de 2009, com o título “Currículo no Ensino Médio: em busca de critérios para escolha e organização de conteúdos”, que sugere critérios para escolha dos conteúdos matemáticos (riqueza, reflexão, realidade e responsabilidade) e critérios para organização (recursão, relações, rigor e ressignificação).

Dentre os critérios definidos, exploraram-se para a sessão de ensino do conteúdo proposto, os critérios de “realidade” e “recursão”, visando contextualizar a Matemática para que os temas possam pertencer a situações do cotidiano, e assim, possibilitar a construção de conceitos matemáticos.

O critério “realidade” foi identificado na pesquisa nas situações em que se pode relacionar o conteúdo à realidade, como ao abordar medidas, calcular distâncias entre dois pontos, entre lugares, de forma a contextualizar os conceitos envolvidos.

Quanto aos critérios de organização do conteúdo, a “recursão” foi pensada ao ordená-lo de forma que possibilite rever o conteúdo em novos contextos e com diferentes níveis de dificuldade, nos próprios temas da Matemática como cálculo de diagonais de figuras planas, razões trigonométricas no triângulo retângulo, teorema de Pitágoras, como também nos estudos de outras áreas, como por exemplo, o cálculo de trajetórias ou de vetores resultantes na Física.

Em seguida, fez-se a análise da dimensão epistemológica do conteúdo escolhido, a Geometria Analítica, que surgiu no segundo terço do século XVII, período importante da História da Matemática, devido a intercomunicação de matemáticos franceses, principalmente René Descartes e Pierre de Fermat, aos quais se atribui usualmente a invenção da Geometria Analítica.

René Descartes teve como principal obra o “Discurso sobre o método” (1637), na qual apresenta as bases filosóficas do seu método para o estudo das ciências. Nesta obra, no apêndice denominado *Le Géométric* está a ideia de dar significado às operações algébricas por meio de interpretações geométricas e separar a geometria dos diagramas por meio da álgebra, sendo estes os princípios que originaram a Geometria Analítica.

Portanto, como descreve Iezzi et al (2013, p. 10), os pontos são representados por pares ordenados de números reais, as retas, circunferências e outras curvas e podem ser descritas por meio de expressões algébricas. As figuras são representadas por um referencial de dois eixos perpendiculares, conhecido como sistema de coordenadas cartesianas, em homenagem a Descartes.

Pierre Fermat muito contribuiu para o surgimento da Geometria Analítica. Ele dedicou-se à Ciência e à Matemática, sendo sua descoberta, uma equação que apresenta duas quantidades incógnitas descreve uma linha, reta ou curva, porém, sua obra não foi publicada em vida, logo, na época, a Geometria Analítica era considerada invenção única de Descartes.

Ao rastrear a integração do tema com demais áreas de conhecimentos, foi possível verificar a contextualização e aplicabilidade, estabelecendo conexões com o cotidiano, confirmando os critérios da realidade e da recursão identificados neste processo de seleção de conteúdos.

Na sequência, foi realizada a análise na dimensão didática, buscando a exploração do conteúdo no material didático, do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, escolhido pelos professores da escola para o triênio 2015 a 2017, escrito por Gelson Iezzi et al (2013), intitulado “Matemática: ciência e aplicações”.

Verificou-se que a Geometria Analítica é abordada no terceiro volume, nos quatro capítulos iniciais, sendo o primeiro destinado ao estudo do ponto, que é dividido em cinco seções denominadas de: Um pouco de História – Introdução à Geometria Analítica; Plano cartesiano; Distância entre dois pontos; Ponto médio de um segmento e Condição de alinhamento de três pontos. O segundo capítulo é destinado ao estudo da Reta, o terceiro, ao estudo da Circunferência e o quarto, traz o estudo das Cônicas.

Na primeira sessão do capítulo 1, os autores do livro trazem um pequeno relato sobre a história da Geometria Analítica, apresentando os matemáticos René Descartes e Pierre Fermat, aos quais, usualmente atribui-se sua invenção.

Na análise foi identificado que ao abordar cada assunto, o livro didático traz desenvolvimento do conteúdo, exercícios resolvidos e exercícios propostos e, ao final de cada capítulo, uma questão de desafio. Notou-se ainda que as questões não são

contextualizadas, ou seja, não estão relacionadas ao cotidiano, também não abordam conteúdos de outras disciplinas, não sendo, portanto, interdisciplinares.

Somando a essas análises, verificou-se ainda que o livro didático em questão, exemplar do aluno, ao apresentar os conteúdos analisados, não faz menção alguma ao uso de tecnologias.

A partir da descrição realizada, nota-se a falta de subsídios para se trabalhar com o referido livro didático, o conteúdo segundo o critério da seleção de conteúdos adotado, “realidade”, que aponta a Matemática ligada ao cotidiano do aluno, por meio da contextualização e da interdisciplinaridade.

Analisando o manual do professor, ainda no livro de terceiro volume, foi possível constatar que o mesmo traz descrições de situações contextualizadas, da integração de conteúdos, aborda o uso da calculadora e do computador relacionados a outros conteúdos, trazendo a indicação de *sites*, vídeos educacionais, revistas, entre outras sugestões.

São mencionados superficialmente três *softwares* gratuitos que podem ajudar o professor a dinamizar suas aulas, entre eles está o *GeoGebra*. Devido à falta de abordagem do uso de tecnologias digitais disponíveis à prática pedagógica, considerou-se necessária a organização e distribuição do material complementar (APÊNDICE B), que traz informações sobre a instalação e execução de atividades usando o *software Graphing Calculator*, adotado para a aplicação na sessão de ensino.

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizados três encontros com os professores, com duração aproximada de 2h 30min cada um. O primeiro deu continuidade às análises prévias em sua dimensão cognitiva com o intuito de coletar informações sobre o perfil dos participantes e para diagnosticar sua concepção a respeito do uso de tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas. O segundo encontro foi destinado à experimentação da sequência de ensino concebida e, no terceiro, buscou-se a opinião dos professores quanto a utilização do *software Graphing Calculator* para o ensino de Geometria Analítica, quanto às contribuições do Complemento *Flubaroo* no processo avaliativo, além de analisar o desenvolvimento profissional docente a partir dessas perspectivas.

No primeiro encontro com os professores, foram relatados a proposta da pesquisa e os objetivos para sua realização. Foi aplicado o questionário 1: Perfil docente/Utilização de recursos tecnológicos (APÊNDICE A), cujo perfil será apresentado posteriormente, no Quadro 2. Este e os demais encontros contaram com a participação dos seis professores, sujeitos da pesquisa.

Quadro 2: Perfil dos professores participantes da pesquisa.

SIGLA DE IDENTIFICAÇÃO	IDADE	SEXO	TEMPO DE MAGISTÉRIO	FORMAÇÃO INICIAL	FORMAÇÃO CONTINUADA
PA	46	F	26 anos	Ciências da Natureza com Habilitação em Matemática FAFITA – Faculdade de Filosofia de Itaperuna	Especialização em Educação Matemática (Fundação Educacional São José)
PB	42	F	21 anos	Ciências Físicas e Biológicas com plenificação em Matemática – Faculdade Santa Marcelina – Muriaé/MG	Pós-graduação em Matemática Faculdade Jacarepaguá / RJ
PC	42	F	10 anos	Ciências com Habilitação em Matemática FIPH - Faculdades Integradas Padre Humberto	Pós-Graduação MBA Gestão Empreendedora-Educação /UFF
PD	35	F	9 anos	Licenciatura em Matemática (UFF/CEDERJ - Itaperuna)	Curso de Especialização em Novas Tecnologias do Ensino da Matemática/ UFF
PE	35	F	16 anos	Matemática Universidade Iguazu – Campus V (UNIG)	Pós-Graduação Matemática Viva (UNIG)
PF	38	F	12 anos	Ciências da Natureza com Habilitação em Matemática FAFITA – Faculdade de Filosofia de Itaperuna	Especialização em Educação Infantil IESDE/RR

Fonte: Elaboração da autora.

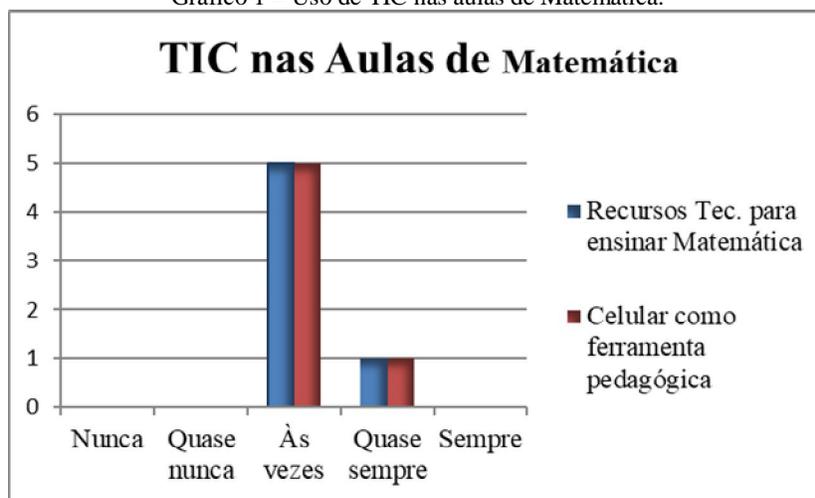
Observou-se durante a realização das fases da pesquisa que o grupo de professores apresentou engajamento colaborativo e afinidades. A análise do quadro mostra que 100% dos professores são do sexo feminino. Outro fator que também pode ter sido favorável a essa integração foi a idade que diferencia numa amplitude de 11 anos, espaço relativamente pequeno, podendo representar interesses em comum. A linearidade também pôde ser detectada na formação continuada, apresentando mesmo grau de formação, *o lato sensu*.

Desses professores, verificou-se que cinco deles já fizeram algum curso relacionado à informática/utilização de tecnologias e apenas um não possui essa formação. Estes dados possibilitam se apropriar da hipótese que terão habilidades para desenvolver as atividades propostas ao longo da pesquisa.

Ficou registrado também que a escola possui laboratório de informática, mas não dispõe de Internet no local e nem nas salas de aula, motivo pelo qual foi propícia a adoção do *software Graphing Calculator*, que pôde ser usado em modo *off-line*.

Quanto ao uso de TIC nas aulas de Matemática, as perguntas foram as seguintes: “Você utiliza recursos tecnológicos (calculadora, *softwares* educacionais, projetor multimídia, etc) para o ensino dos conteúdos de Matemática?” e “Costuma usar dispositivos móveis, o celular, por exemplo, como ferramenta pedagógica?”. As respostas foram semelhantes, obtendo como registro que cinco professores da amostra responderam “às vezes” a ambas as perguntas e apenas um utiliza essas TIC “quase sempre”, como aponta o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Uso de TIC nas aulas de Matemática.



Fonte: Elaboração da autora.

Foi possível inferir que 100% dos professores acreditam que a prática docente e a participação dos alunos podem ser potencializadas com a utilização de recursos tecnológicos como ferramentas pedagógicas. Vale destacar que o uso dessas ferramentas não configura na solução para o processo de ensino e aprendizagem. Elas são apenas meios que podem colaborar com esse processo.

Dando continuidade ao primeiro encontro, foi entregue aos professores o material complementar impresso, desenvolvido pela professora/pesquisadora, disponível no APÊNDICE B: Instalação e execução de atividades usando o *software Graphing Calculator*, objetivando inferir a dimensão cognitiva no que diz respeito ao uso do *software* e ao desenvolvimento profissional.

Inicialmente, cada professor instalou o *software* em seu celular, seguindo as orientações descritas no material complementar. Cinco questões foram propostas

visando a exploração do *software* e de suas ferramentas, para que o professor pudesse se familiarizar com esse recurso.

A primeira questão da atividade visou à marcação de pontos, com o intuito de familiarização com a sensibilidade da tela ao toque. Quatro professores conheciam o *GeoGebra* por meio do computador, mas apenas dois já o utilizaram para traçar figuras de objetos matemáticos aplicáveis a sua prática. Esse *software* na versão para celulares constituiu-se em novidade para todos. Esta questão ocupou um tempo relativamente maior em relação às demais, uma vez que se configurou uma oportunidade de conhecer as funções das ferramentas disponíveis no *software*.

Na segunda questão foi solicitado traçar segmentos de reta e verificar suas medidas, ou seja, encontrar a distância entre os pontos, que rapidamente foram verificadas por meio da janela algébrica.

A terceira questão abordou equação da reta, dados dois de seus pontos. A comparação da janela geométrica com a algébrica proporcionou a análise da questão, como por exemplo, seus coeficientes angular e linear a partir da posição da reta traçada e da equação. O procedimento de desenhar retas foi repetido para evidenciar, principalmente, os coeficientes e a posição da reta no plano.

A quarta e a quinta questões envolveram equação da circunferência e foram utilizadas a ferramenta circunferência, dados o centro e um de seus pontos, para obtenção da representação geométrica das circunferências solicitadas.

Com o objetivo de observar e comparar as equações e as representações geométrica, foram repetidos os procedimentos das questões e analisadas as representações.

A partir da atividade desenvolvida pelos professores e das observações feitas no decorrer da pesquisa, foram identificados possíveis entraves relacionados à análise das diferentes representações de um mesmo objeto. Essa atividade, quando realizada com papel e lápis dispense de mais tempo e nem sempre atinge os objetivos propostos.

Logo, propôs-se uma intervenção que pudesse dinamizar a sessão, usando como instrumento didático *softwares*, pois, na concepção dos professores participantes da pesquisa, as possibilidades disponíveis potencializariam o estudo do conteúdo.

Os procedimentos de observação e análises preliminares revelaram saberes docentes sobre a pesquisa realizada. Procurou-se ouvir os professores e estabelecer uma relação de interação entre a pesquisadora e os sujeitos pesquisados, valorizando também os momentos informais e situações imprevisíveis que surgiram e que trouxeram contribuições preciosas para a construção teórica.

4.3.2 Concepção e análise *a priori* das situações didáticas

A segunda fase, concepção e análise *a priori* das situações didáticas, segundo Artigue (1988), tem como objetivo determinar as escolhas das variáveis de comando globais e locais. As primeiras escolhas são relacionadas às variáveis macrodidáticas, referentes à organização global da Engenharia. A partir das escolhas macrodidáticas é que são realizadas as escolhas das variáveis microdidáticas, que se referem à organização de uma sessão didática.

As escolhas macrodidáticas nesta pesquisa foram: Propor o estudo de Geometria Analítica a partir do *software Graphing Calculator*, enfatizar a contextualização dos conteúdos para que sejam significativos, utilizar o celular como ferramenta pedagógica, usar o Complemento *Flubaroo* no processo avaliativo, valorizar a validação pelos professores dos conceitos envolvidos.

A partir das variáveis globais mencionadas, escolheram-se as variáveis microdidáticas, descritas como: realizar três encontros com os professores participantes da pesquisa, aplicar o material complementar com o grupo de professores da amostra, explorar os recursos disponíveis no *software*.

Esta fase se baseia em hipóteses a serem validadas na confrontação entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*. Instaura-se, portanto, o processo de validação que é essencialmente interna e constitui a originalidade desse método, podendo se estender às demais fases. As hipóteses não devem ser extensas, visto que não está previsto um processo de estudo de longo período.

Espera-se que, com a sessão de ensino proposta, os professores se apropriem da utilização de recursos matemáticos como contribuição à prática pedagógica e ao processo avaliativo.

4.3.3 Experimentação

Na fase de Experimentação, a individualidade dos sujeitos é destacada, como nível legítimo da produção do conhecimento. É a fase da realização da Engenharia, que movimenta a pesquisa e dá suporte às investigações, objetivando verificar as ponderações levantadas na análise *a priori*.

No segundo encontro, foi realizada a sessão de ensino no laboratório de informática e contou com a participação dos professores sujeitos da pesquisa. Foram

coletadas informações sobre o ensino, a aprendizagem e a avaliação, a partir da contribuição dos recursos tecnológicos, temática do presente trabalho.

No primeiro momento deste encontro, foi lembrado aos professores que os objetivos e as condições para a realização da pesquisa foram explicados no primeiro encontro, nas análises preliminares. Em seguida, deu-se início à sessão de ensino, com um atraso médio de 20 minutos, devido a entaves na conexão da internet móvel de alguns professores, que são pontuados na zona de risco, configurando como problemas técnicos.

Em seguida, foi realizado o contrato didático. Explicou-se aos professores que seria realizada a pesquisa sobre a integração de tecnologias ao ensino de Matemática; utilizando o *software Graphing Calculator* para abordar os conteúdos de Geometria Analítica; e o complemento *Flubaroo*, como ferramenta de avaliação. Explicou-se ainda que seria necessário usar a Internet móvel de cada professor, pois o laboratório não dispunha de conexão; que poderiam recorrer ao material complementar e socializar o conhecimento, auxiliando outro professor no caso de apresentação de possíveis dúvidas.

O material complementar, organizado pela professora/pesquisadora, disponível no APÊNDICE D: “Organização de Atividades nos Formulários *Google* e Instalação do Complemento *Flubaroo*”, foi distribuído aos professores em formato impresso, para que pudessem acompanhar o processo de criação da atividade e instalação do complemento, desenvolvidos na sessão de ensino.

Portanto, os professores elaboraram atividades/avaliações a título de experimentação, sob a orientação da professora/pesquisadora, fazendo uso do material complementar, que será discutido na análise *a posteriori*.

Para análise da atividade/avaliação, o grupo de professores escolheu uma atividade para ser respondida aleatoriamente por todos os participantes. Sua discussão será realizada no item: 4.2 O *Flubaroo* como ferramenta de avaliação, com objetivo de explorar as possibilidades de análise de resultados que o complemento proporciona.

Outras questões foram acrescentadas à avaliação e, num momento posterior, organizou-se nova avaliação nos Formulários *Google*, com a instalação do complemento. As questões selecionadas pelo grupo estão disponíveis no APÊNDICE C - Avaliação de Matemática – Geometria Analítica, Disponível em: <https://goo.gl/qz7RaV>.

Ao final da sessão de ensino, foi aplicado aos professores o questionário *on-line* II: Avaliação da Sequência Didática (APÊNDICE E), disponível em:

<https://goo.gl/ugiXH5>, com o objetivo de verificar a opinião dos professores em relação à experimentação da sequência didática.

No terceiro encontro, buscando evidenciar a opinião dos professores participantes da pesquisa sobre sua prática, a utilização de *softwares* e contribuições do Complemento *Flubaroo*, foi aplicado o questionário III (APÊNDICE F): Avaliação do desenvolvimento da Pesquisa, que será discutido na análise *a posteriori*, juntamente com o questionário II.

4.3.4 Análise *a posteriori* e validação

A quarta fase dessa metodologia de ensino - a Engenharia Didática, é a análise *a posteriori* e validação, que se embasa nos dados colhidos durante a experimentação, as observações e as produções de cada um, fazendo a confrontação e validando ou não as hipóteses levantadas no início da pesquisa. É a experimentação que dá suporte às investigações no decorrer da pesquisa.

Nessa perspectiva, a Engenharia Didática se configurou como uma ferramenta auxiliadora na construção dos conceitos ensinados e no planejamento da prática docente, por suas sequências definidas, representando potencialidade para a prática docente.

Portanto, pode-se realizar a análise *a posteriori* que confronta, para fins de validação da Engenharia, os dados colhidos na experimentação com a análise *a priori*.

Na percepção dos professores, foi possível avaliar a contribuição do *software Graphing Calculator* para o desenvolvimento da aprendizagem dos conteúdos de Geometria Analítica, pois dispõe de ferramentas que proporcionam dinamicidade, contribuindo para a compreensão do conteúdo e construção do conhecimento.

Portanto, analisando o conteúdo de Geometria Analítica desenvolvido no decorrer da pesquisa, nota-se que o uso do *software* favoreceu a compreensão do conteúdo, validando a hipótese de que a visualização das diferentes representações dos objetos, proporcionadas pelo *software*, e as discussões levantadas na análise dessas representações proporcionam a construção do conhecimento.

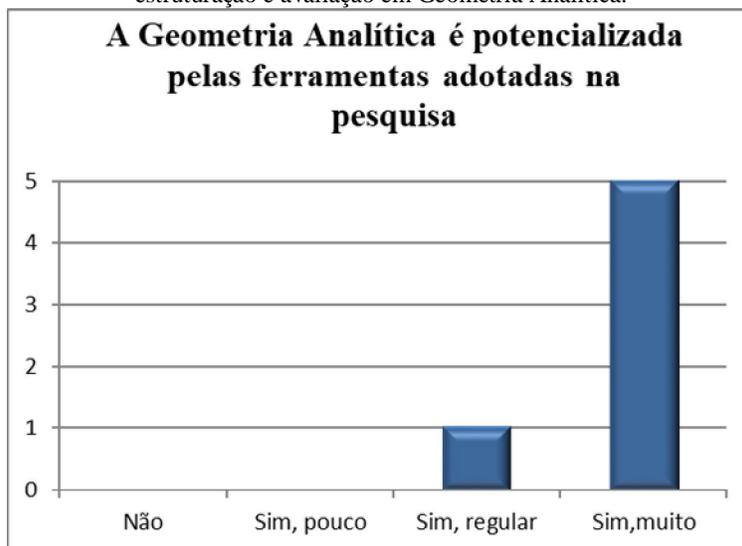
Foi possível analisar as respostas dos questionários aplicados aos participantes da pesquisa, confrontando possíveis dificuldades e dúvidas com os resultados alcançados, assim como a expectativa de início da pesquisa com o desenvolvimento atual, em relação ao uso das tecnologias na prática pedagógica.

Para que fossem colhidas as opiniões dos professores por meio de registro escrito sobre a sequência didática, recorre-se ao questionário II (APÊNDICE E), com questões fechadas, ao final da sessão de ensino.

A primeira pergunta foi relacionada ao desenvolvimento da sequência didática e, 100% dos professores registraram como sendo dinâmico e interativo esse processo, pois foi realizada com organização por meio do material complementar, com uma sequência bem definida sobre a utilização do *software Graphing Calculator* - bem como a constatação de que os participantes da pesquisa conseguiram explorar os recursos disponíveis.

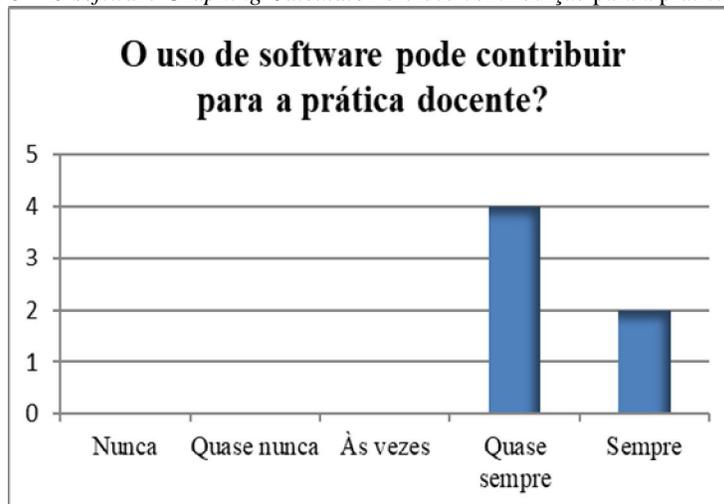
A segunda pergunta foi elaborada com a intenção de constatar se o *software* e o complemento de correção adotados na pesquisa apresentaram ferramentas potencializadoras para a estruturação e avaliação em Geometria Analítica. As respostas são apresentadas no Gráfico 2, que aponta que as ferramentas potencializam muito a estruturação e avaliação em Geometria Analítica.

Gráfico 2 – O *software Graphing Calculator* e o complemento *Flubaroo* potencializam a estruturação e avaliação em Geometria Analítica.



Fonte: Elaboração da autora.

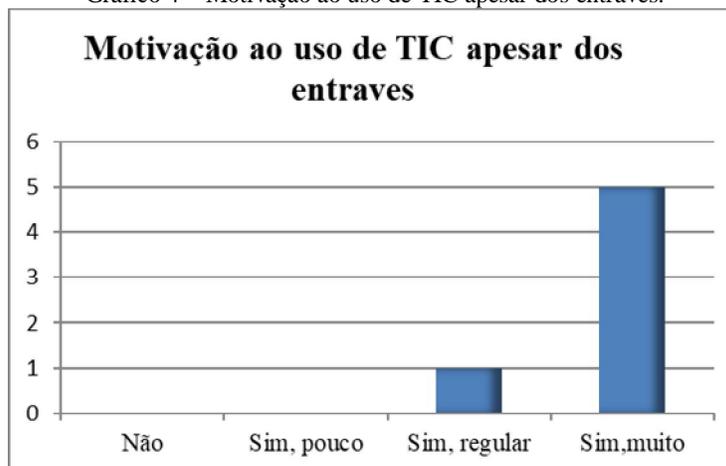
O próximo questionamento foi relacionado ao uso do *software*, se este, na concepção do professor, ofereceu contribuições para a prática docente. A partir da sessão de ensino, que possibilitou refletir e repensar a prática em sala de aula, quatro professores responderam que quase sempre esse uso do *software* pode contribuir para sua prática e dois professores responderam que essa contribuição acontecerá sempre, conforme apresentado no Gráfico 3, a seguir:

Gráfico 3 – O software *Graphing Calculator* oferece contribuição para a prática docente.

Fonte: Elaboração da autora.

A quarta pergunta teve como intuito verificar a motivação do professor quanto ao uso de tecnologias, apesar de tantos entraves que podem ocorrer, como por exemplo, a falta de conexão ou de energia, que podem ocasionar atraso, mas, que devem ser pontuados na zona de risco, configurando como possíveis problemas técnicos. Cinco professores responderam que sim, se sentem muito motivados ao uso de TIC, apesar dos entraves, e um respondeu que sim, com regular motivação, como mostra o Gráfico 4:

Gráfico 4 – Motivação ao uso de TIC apesar dos entraves.



Fonte: Elaboração da autora.

A próxima pergunta objetivou verificar a opinião do professor sobre a dinâmica das sessões de ensino: “Você considera que a dinâmica das sessões realizadas foi satisfatória?” Os seis professores responderam que sim, muito satisfatória.

A última pergunta do questionário foi para verificar a opinião dos professores sobre o material complementar elaborado pela professora/pesquisadora, se estes

atenderam às demandas do conteúdo e do uso de tecnologias e, os seis professores responderam que sim, atenderam muito.

Conclui-se, então, a partir da análise do questionário II, que o ensino e a avaliação em Geometria Analítica foram potencializados pelo *software* e pelo complemento de correção adotados na pesquisa, pois os mesmos contribuíram positivamente para o desenvolvimento dos conteúdos de Geometria Analítica, abordados na sessão de ensino e para o processo de avaliação.

O questionário III, com questões abertas (APÊNDICE F), foi aplicado aos participantes da sessão de ensino, ao final do terceiro encontro, para buscar a opinião dos professores sobre a prática docente, a utilização do *software Graphing Calculator* como ferramenta colaborativa no desenvolvimento dos conteúdos de Geometria Analítica, sobre a visão do professor acerca da avaliação com TIC e sobre a contribuição do Complemento *Flubaroo* no processo avaliativo.

Baseada na Análise de Conteúdo de Bardin (2011), fez-se a categorização das respostas a essas perguntas abertas. A partir da exploração do material, para a primeira pergunta do questionário, que teve o objetivo de saber se a pesquisa contribuiu para a prática docente desses professores, obteve-se as frequências das categorias identificadas e observadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise de frequência de respostas dos professores sobre a pesquisa, se esta contribuiu para a prática docente.

Categorias	Frequência	Porcentagem
Busca por formação	2	33,3%
Uso de recursos tecnológicos	1	16,7%
Repensar a prática pedagógica	1	16,7%
Sim	2	33,3%
Total	6	100,0%

Fonte: Elaboração da autora.

Dentre as respostas dadas pelos professores a essa primeira pergunta, obteve-se “Acho importantíssima essa formação continuada. Precisamos estar sempre buscando novas formas de impactar nossos alunos, de interagir com eles [...]”. Nesta pesquisa, essa resposta foi categorizada como “Busca por formação”. Outro exemplo de resposta é “Me incentivou a buscar ideias inovadoras para tornar as minhas aulas mais atrativas”. Esta resposta foi categorizada como “Repensar a prática pedagógica”.

A segunda pergunta do questionário III foi elaborada com a intenção saber se, na opinião do professor, o uso do *software Graphing Calculator* pode contribuir para o

ensino e a construção do conhecimento dos conteúdos de Geometria Analítica. Obteve-se para as categorias identificadas, as frequências apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 – Análise de frequência de respostas dos professores sobre o uso do *software Graphing Calculator*, se este pode contribuir para o ensino e a construção do conhecimento dos conteúdos de Geometria Analítica.

Categorias	Frequência	Porcentagem
Facilita a compreensão do conteúdo	2	33,3%
Proporciona possibilidades de discussão	1	16,7%
Sim	3	50,0%
Total	6	100,0%

Fonte: Elaboração da autora.

Observou-se como resposta dada por um professor à segunda pergunta do questionário III, a partir do material explorado, o seguinte texto: “É um recurso que vai auxiliar na aprendizagem dos nossos alunos de forma lúdica facilitando a compreensão do conteúdo.” Nesta pesquisa, esta resposta foi categorizada como “Facilita a compreensão do conteúdo”. Outro exemplo de resposta é o que segue:

Percebi com a pesquisa que existem muitas possibilidades a partir deste software. Achei formidável a amplitude de discussão que ele proporciona, principalmente a partir das comparações e análises das diferentes representações dos objetos estudados (PE).

Na resposta acima, foi identificada a categoria “proporciona possibilidades de discussão”.

A terceira pergunta foi organizada, objetivando obter indícios sobre a visão do professor sobre a avaliação com TIC. As frequências apresentadas na Tabela 3 mostram as categorias identificadas:

Tabela 3 – Análise de frequência de respostas dos professores sobre a avaliação com TIC.

Categorias	Frequência	Porcentagem
Proporciona <i>Feedback</i>	2	33,3%
Coerência com o ensino	2	33,3%
Inovar a prática	1	16,7%
Facilita o trabalho	1	16,7%
Total	6	100,0%

Fonte: Elaboração da autora.

Dentre as respostas dadas pelos professores a essa pergunta, vale destacar “A avaliação deve ser de acordo com o ensino”. Esta resposta foi categorizada como “Coerência com o ensino”. Entende-se, portanto, que para se avaliar com TIC, ensina-se com TIC.

A próxima pergunta foi direcionada à organização da avaliação e objetivou verificar o que a integração entre o *software Graphing Calculator* e o Complemento *Flubaroo* proporcionaram em termos de possibilidades de transposição dos conteúdos curriculares em Geometria Analítica. A esse questionamento, obteve-se, a partir do material analisado, as categorias identificadas na Tabela 4:

Tabela 4 – Análise de frequência de respostas dos professores sobre a transposição dos conteúdos curriculares de Geometria Analítica (GA), a partir da integração do *software* e do complemento *Flubaroo*.

Categorias	Frequência	Porcentagem
Abordam a GA de forma dinâmica	4	66,7%
Facilitam a abordagem dos conteúdos	2	33,3%
Total	6	100,0%

Fonte: Elaboração da autora.

Dentre as respostas do material analisado, foi possível verificar as seguintes:

O *software* possibilitou trabalhar os conteúdos de Geometria Analítica de forma dinâmica, permitindo ver diferentes representações dos objetos. O complemento potencializou o trabalho (PD). Proporcionaram trabalhar os conteúdos curriculares de Geometria Analítica de forma dinâmica, bem diferente da convencional, usando papel e lápis (PB).

Estas respostas, nesta pesquisa foram categorizadas como “Abordam a Geometria Analítica de forma dinâmica”. Foram constatados através das respostas que o *software* e o complemento de correção foram propícios aos conteúdos abordados e contribuíram para que a Geometria Analítica fosse trabalhada de forma dinâmica, tanto durante as sessões de ensino quanto nas avaliações.

A quinta pergunta foi elaborada objetivando saber se a Engenharia Didática enquanto metodologia de pesquisa trouxe possíveis reflexões e contribuições à organização do trabalho docente. A Tabela 5 aponta as categorias identificadas no material examinado.

Tabela 5 – Análise de frequência de respostas dos professores sobre possíveis reflexões e contribuições da Engenharia Didática para a prática docente.

Categorias	Frequência	Porcentagem
Organização de aulas, sequências	3	50%
Importância da sequência de ações	1	16,7%
Validar objetivos	2	33,3%
Total	6	100,0%

Fonte: Elaboração da autora.

Vale destacar as respostas de dois professores que apontaram como contribuição da Engenharia Didática a validação dos objetivos previstos, se assemelhando às hipóteses levantadas nas análises preliminares dessa metodologia de ensino e que podem ser validadas na análise *a posteriori*. Suas respostas foram “A metodologia da Engenharia Didática contribuiu para a organização [...]. Não me esquecer de validar os objetivos propostos” e “Na forma de serem usadas sequências em meu trabalho, contribuindo para um melhor meio de organização das aulas. Interessante voltar aos objetivos para validá-los”. Ambas foram categorizadas como “Validar objetivos”.

A sexta pergunta do questionário III, revelou que a presente pesquisa não apresenta mudanças na avaliação, aponta contribuições para a prática docente por meio da utilização do Complemento *Flubaroo* e teve como intuito evidenciar a visão dos professores sobre essa integração de tecnologias no processo avaliativo. Analisando o material, obteve-se para as categorias identificadas as frequências apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise de frequência de respostas dos professores sobre a integração de tecnologias no processo avaliativo, o Complemento *Flubaroo*.

Categorias	Frequência	Porcentagem
Contribuição para a prática avaliativa	4	66,7%
Motivação para o aluno	2	33,3%
Total	6	100,0%

Fonte: Elaboração da autora.

Do material explorado, constatou-se que a resposta categorizada como “Contribuição para a prática avaliativa” obteve frequência 4, e a resposta categorizada como “Motivação para o aluno” obteve frequência 2, apontando uma concentração maior entre as respostas.

Assim, analisando os questionários II e III, concluiu-se que na opinião dos professores participantes da pesquisa, a sequência didática foi positiva e que a utilização

do *software* e do Complemento *Flubaroo* foram apontados como recursos de grande contribuição ao ensino, aprendizagem e avaliação da Matemática. Um professor fez a seguinte afirmação: “É uma forma de aproximar a Matemática do mundo digital e despertar o interesse dos alunos pelas aulas. É uma forma de tornar a Matemática mais interessante, de desmistificar a ideia de que a Matemática é difícil” (PB).

Quanto à participação na pesquisa e a sequência da sessão de ensino, relatou o professor que,

Para despertar em nós como educadores buscarmos essas novidades. Quando dispomos a participar da pesquisa é uma forma de sair da zona de conforto, pois temos sede de buscar coisas novas, diferentes, para trabalhar de forma diferente e não ficar tão cansativas as aulas (PC).

E, como perspectiva futura, foi proposto por um professor “Montar uma avaliação diagnóstica para ser aplicada no início do ano letivo, para ver quais habilidades os alunos já desenvolveram e quais precisam ser trabalhadas na semana de avaliação diagnóstica, de nivelamento” (PB).

Ao confrontar a análise *a priori* e a análise *a posteriori*, a partir de uma realidade específica, considera-se que a hipótese que trata sobre o desenvolvimento cognitivo dos professores em relação a exploração do *software* foi validada, pois os professores participantes da pesquisa, se envolveram no processo e rapidamente se familiarizaram com as ferramentas disponíveis no *software*.

A segunda hipótese pressuposta na análise *a priori*, para a fase de experimentação, com os participantes da pesquisa, foi validada, pois os professores apontam que o processo avaliativo com a contribuição do Complemento *Flubaroo*, o torna dinâmico, com *feedback* imediato e possibilidades de análises dos resultados, diferenciado da avaliação sem tecnologia.

A terceira hipótese, levantada no início da pesquisa, relativa a formação continuada do professor, seu desenvolvimento profissional, foi igualmente validada, a partir das discussões realizadas na sessão de ensino, das respostas dadas aos questionários, revelando que o professor tem interesse em se atualizar e trabalhar de forma diferente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou o desenvolvimento profissional docente, fazendo uso de tecnologias digitais, o *software Graphing Calculator* e o Complemento *Flubaroo* para o ensino e avaliação em Matemática, apontando a Engenharia Didática, metodologia de pesquisa, como ferramenta para a prática docente, pois apresenta sequências de aulas que podem ser desenvolvidas, independente do conteúdo a ser trabalhado.

Para embasar este trabalho, fez-se um levantamento teórico estudando os parâmetros nacionais no que se referem à formação do professor, desenvolvimento profissional, conteúdos curriculares e a tecnologia como ferramenta pedagógica para o ensino e avaliação dos conteúdos de Geometria Analítica, constatando a prescrição do uso de tecnologia como suporte para seu ensino e aprendizagem.

Inicialmente, estudou-se a abordagem que os documentos oficiais PCNEM e BNCC trazem acerca do desenvolvimento profissional, constatando-se que há preocupação em garantir condições que gerem a qualidade da Educação Básica. A BNCC que está em fase de implementação no país, aponta a necessidade de repensar a formação inicial ou continuada do professor, porém sem recomendações específicas para o trabalho com as tecnologias que sugere. O documento prescreve que se usem tecnologias digitais como ferramentas para o ensino e aprendizagem de Matemática, mas não oferece suporte ao professor para que essa perspectiva metodológica seja efetivada.

Considerando a prescrição sobre uso de tecnologias e a importância da escolha e organização dos conteúdos a serem abordados, no âmbito dessa pesquisa, foi realizada a escolha, pautada nos critérios de seleção de conteúdos baseados nos R's defendidos por Silva (2009). Dentre os critérios, exploraram-se a dimensão "realidade", visando sua contextualização e aplicabilidade, relacionada ao cotidiano e a dimensão organizacional da "recursão", sendo considerada pela possibilidade de revisão dos conteúdos em outros contextos e temas matemáticos, com diferentes níveis de dificuldade e em outras áreas do conhecimento.

Aprofundando discussões que envolvem questões curriculares relacionadas ao contexto atual e a suas abordagens nos documentos oficiais, destaca-se como relevante contribuição a este trabalho a participação da professora/pesquisadora no Grupo de Pesquisa Currículo e Tecnologias Digitais em Educação Matemática - CTDEM.

A escolha de conteúdos sob o olhar da revisão de literatura realizada permitiu considerar diferentes aspectos, como por exemplo, sobre manter interconexões,

estabelecendo relações significativas com outros conteúdos (DIAS, 2016); sobre o conhecimento do conteúdo, que engloba aspectos de seu processo de ensino, o conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1986 *apud* PALIS, 2005); sobre integrar o uso de tecnologias e ferramentas matemáticas aos conteúdos (NCTM, 2015).

A metodologia da Engenharia Didática embasou a pesquisa, nas suas fases de organização, experimentação, análise dos dados colhidos e desenvolvimento das sessões de ensino. Verificando-se que, enquanto metodologia, representa potencialidades para a avaliação ao se configurar como um instrumento auxiliador no planejamento da prática docente e na construção das propostas contidas nas sessões de ensino.

Na fase de experimentação, a partir de material complementar, desenvolveu-se a organização da avaliação *on-line* com a contribuição do Complemento *Flubaroo*, para correção automática. Registrou-se na análise desta fase que a utilização do complemento de correção, como ferramenta pedagógica, dinamizou o processo de avaliação e potencializou o trabalho docente possibilitando discussão e análise dos resultados através das planilhas de respostas e dos gráficos gerados.

Dessa forma, a pesquisa apresenta alternativa ao processo de avaliação, às formas de se avaliar, apontando possíveis contribuições do Complemento *Flubaroo* para a prática de avaliações. São apresentados resultados que permitem análise das respostas e discussão crítica do desempenho obtido, possibilitando alternativas para amenizar os erros, entendendo que a avaliação pode ser proporcionada de forma que cada aluno tenha confiança em sua capacidade para aprender e desenvolver suas habilidades matemáticas de modo mais dinâmico e mais crítico (NCTM, 2015).

Estudos desenvolvidos sobre a avaliação durante a pesquisa apontam que, a forma como o professor concebe a avaliação e a prática reflete sua formação acadêmica e as representações construídas em sua trajetória profissional, como afirmam Marin, Silva e Souza (2017, p. 12).

Questões foram levantadas acerca da metodologia de pesquisa para a prática docente:

a) Como a pesquisa e a metodologia da Engenharia Didática contribuíram para a prática profissional docente da pesquisadora?

Sendo a pesquisadora, professora da Educação Básica - Ensino Médio e Articuladora Pedagógica, a investigação configurou-se em contribuição a essa prática, pois proporcionou a possibilidade de crescimento, momentos de interação e incentivo. Os estudos realizados ao longo da investigação proporcionaram melhor compreensão dos processos de ensino, aprendizagem e avaliação, envolvendo o desenvolvimento

profissional docente, a concepção do conteúdo curricular e do conhecimento pedagógico do conteúdo, apontados por Shulman (1986, apud PALIS, 2005). A Engenharia Didática, como metodologia, contribuiu com sua organização em sequências, ao propor análises, sessões de ensino, experimentações e validações, possibilitando voltar às análises, objetivos estabelecidos e verificar se foram cumpridos, validados.

Assim, foi possível constatar que o objetivo da pesquisa foi alcançado: incentivar o uso de tecnologias digitais e analisar as contribuições do Complemento *Flubaroo* como ferramenta tecnológica de avaliação *on-line*. As interações proporcionaram incentivo para a busca de formas alternativas de potencializar o trabalho e dinamizar o processo avaliativo.

Outra questão levantada relaciona a metodologia de ensino desenvolvida na pesquisa com a prática docente:

b) De que forma a Engenharia Didática contribuiu para o planejamento pedagógico da prática docente?

Podem-se destacar para essa questão, respostas dos professores participantes da pesquisa, fornecidas ao questionário III, (APÊNDICE F)³²: “A metodologia da Engenharia Didática contribuiu para ratificar a importância de uma sequência de ações para desenvolver uma aula de forma estruturada” (PC) e

Para o meu trabalho docente contribuiu propondo sequências bem elaboradas e planejadas para a organização das atividades com o uso de tecnologia em sala de aula. Achei importante também o fato de se propor voltar às análises preliminares para validar o que se havia planejado desenvolver (PB).

Outras questões podem ser levantadas e tratadas em estudos futuros, como por exemplo:

a) Quais reflexões o trabalho colaborativo com a utilização do Complemento *Flubaroo* pode trazer para organização e desenvolvimento profissional dos professores de Matemática?

b) Que considerações podem ser levantadas ao desenvolver o ensino e a avaliação dos conteúdos de Geometria Analítica com a contribuição do *software Graphing Calculator* e do Complemento *Flubaroo*?

³² As respostas encontram-se disponíveis no questionário *on-line*, que compõe o APÊNDICE F – Questionário III: Avaliação do desenvolvimento da Pesquisa, Disponível em: <https://goo.gl/7iWTqT>

c) Que desafios podem ser superados para se desenvolver conhecimento pedagógico matemático e “aprender matemática para ensinar” (PALIS, 2005)? Ou ainda para “se aprender a ensinar matemática no século XXI” (HUANG, 2017)?

E, quando estas forem respondidas, automaticamente outras surgirão, pois, "Não são as respostas que movem o mundo, são as perguntas" (Albert Einstein).

Portanto, ao longo do desenvolvimento da pesquisa, buscou-se levantar outras questões que pudessem impulsionar novos estudos. Espera-se que a mesma contribua significativamente para a prática dos professores de Matemática, uma vez que propôs a utilização de ferramentas contemporâneas para a organização do ensino, abordagem dos conteúdos curriculares e processos avaliativos, por meio de discussões e reflexões em âmbito colaborativo.

Há a possibilidade de desdobramento desse trabalho na Região Noroeste Fluminense, por meio de minicursos, propondo Formação Continuada, utilizando-se das ferramentas e do Material Complementar.

5.1 Contribuições

Constatou-se pela validação das hipóteses levantadas e objetivos propostos para o desenvolvimento deste trabalho que os mesmos foram alcançados. A pesquisa contribuiu para o desdobramento de estudos e produções em diferentes perspectivas como a escrita de artigos e resumos já publicados e outros em prelo, ainda com oficinas, relacionados no quadro a seguir:

Quadro 3 - Produções desenvolvidas como desdobramento da pesquisa.

TÍTULO	NATUREZA	EVENTO/ REVISTA	AUTOR(ES)	ANO
O complemento <i>Flubaroo</i> , uma tecnologia no ensino da Matemática	Resumo	Anais do I CONINF	Dircilene Tostes Joyce Fettermann Geucineia Pencinato Dolores Oliveira	2016
O <i>software</i> Geogebra como facilitador no processo de ensino e aprendizagem da Matemática	Resumo	Anais da IV Semana das Licenciaturas	Dircilene Tostes Joyce Fettermann Geucineia Pencinato Dolores Oliveira	2016
Dispositivos <i>touchscreen</i> no ensino da matemática	Artigo Completo	Anais do VIII SPEM/RJ	Dircilene Tostes Marcelo Dias	2016

Potencialidades da Tecnologia <i>Touchscreen</i> para o Ensino de Matemática	Artigo Completo	Boletim do GEPEM	Dircilene Tostes Marcelo Dias	2017
Aplicabilidade do Complemento <i>Flubaroo</i> na Educação Matemática	Resumo Expandido	Anais do I Seminário do Grupo CTDEM	Dircilene Tostes Marcelo Dias	2017
A Ferramenta Complemento <i>Flubaroo</i> para a estruturação de Avaliações	Oficina	XIV Semana Nacional de Ciência e Tecnologia	Dircilene Tostes Marcelo Dias	2017
A abordagem da Geometria na perspectiva da utilização de tecnologias nos documentos curriculares para o Ensino Médio	Artigo Completo	Revista de Educação, Ciências e Matemática (Unigranrio)	Dircilene Tostes Rafaela Cruz Marcelo Dias	PRO DU ÇÕES
O <i>Software Graphing Calculator</i> no Ensino de Geometria Analítica	Resumo Expandido	Anais do II Seminário do Grupo CTDEM	Dircilene Tostes Marcelo Dias	NO PRE LO

Fonte: Elaboração da autora.

As produções mencionadas relatam pesquisas e apontam contribuições deste trabalho à prática docente propondo e incentivando o uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática, ressignificando conceitos.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S. A.; QUEIROZ, C. C. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/13031>. Acesso em: 03 abr. 2017.

ARTIGUE, M. **Ingénierie Didactique**. Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9.3, p. 281-3008, 1988.

BAIRRAL, M. A. **Tecnologias informáticas, sala de aula e aprendizagens matemáticas**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. da UFRRJ, v. 3, 2010.

BAIRRAL, M. A. Pesquisas em educação matemática com tecnologias digitais: algumas faces da interação. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, n. 18, p. 485-505, 2015.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Ed.70, 2011.

BITTAR, M.; GUIMARÃES, S. D.; VASCONCELLOS, M. A Integração da Tecnologia na Prática do Professor que Ensina Matemática na Educação Básica: uma proposta de pesquisa-ação. **REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática**. V. 3.8, UFSC, p. 84–94, 2008.

BITTAR, M. Uma proposta para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica de professores de Matemática. **Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 6, n. 3, Pernambuco, 2016, 20p.

BORBA, M. D. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In. BICUDO, M. A. V. (ed.) **Pesquisa em Educação matemática: Concepções e Perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: **Information and Communication Technologies, Modeling, Visualization and Experimentation**. New York: Springer, 2005.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**, Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

BORBA, M. D. C.; CHIARI, A. (Orgs). **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**, São Paulo: Editora Livraria da Física, 1ªed., 2013.

BORBA, M. D. C.; LACERDA, H. D. G., **Políticas Públicas e Tecnologias Digitais: um Celular por Aluno**. Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 490-507, 2015.

BORTOLOSSI, H. J.; REZENDE, W. M.; PESCO, D. U. **Instituto GeoGebra no Rio de Janeiro**. 2015, disponível em <<http://www.geogebra.im-uff.mat.br>>. Acesso em 30 jan. 2017.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática.** Secretaria de Educação Básica: Brasília, 1997, 88p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2016

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Secretaria de Educação Básica: Brasília, 2006, 137p.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep. **Censo Escolar da Educação Básica 2013 –** Resumo técnico. Brasília: Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Proposta preliminar. Segunda versão revista. Brasília: MEC, 2016. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 23 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular, 2017.** Educação Infantil e Ensino Fundamental. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 02 jun. 2017.

CESAR, A. M. R. V. C. **Método do estudo de caso (case studies) ou método do caso (teaching cases)?** Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração. Material didático, 1. ed. São Paulo: Mackenzie, 2006.

CRUZ, R. M. **Uma pletera de poliedros: explorando poliedros regulares com a metodologia da engenharia didática.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense/ Instituto Noroeste Fluminense de Educação Superior (UFF/Infes). Santo Antônio de Pádua, 2016.

DALBEN, A. I. L. F., Avaliação Escolar: um processo que se constrói na relação pedagógica do professor com a sua prática. In: MARIN, A. J.; SILVA, A. M. M.; SOUZA, M. I. M. **E-book: Situações didáticas, recurso eletrônico**, 2. ed. Araraquara, SP: Organização Junqueira & Marin, 2017.

DE ARAUJO, P. C.; IGLIORI, S. B. C. **Engenharia Didática como uma Estatística Não-Paramétrica**, 2009. Disponível em: <http://dfis.uefs.br/caderno/vol7n12/PericlesNP.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2017

DESCARTES, R. **Discurso sobre o método.** São Paulo: Hemus, 1978. 136p.

DOLL JR., W. E. **Currículo: uma perspectiva pós-moderna.** Tradução de Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

DIAS, M. O. **Tendências em Educação Matemática: Percursos curriculares brasileiros e paraguaios**, 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

FERNANDEZ, C. PCK-Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC**, Campinas, SP. Atas do VIII ENPEC-I CIEC, p. 1-12, 2011.

- FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.
- FREITAS, J. L. M. Teoria das situações didáticas. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**, 3 ed. revista, São Paulo: EDUC, p. 77 – 111, 2012.
- FREITAS, S. L.; COSTA, M. G. N.; MIRANDA, F. A. **Avaliação educacional: formas de uso na prática pedagógica**. Meta: Avaliação, v. 6, n. 16, p. 85-98, jan./abr. 2014. <https://doi.org/10.22347/2175-2753v6i16.217>. Acesso em 15 ago. 2017.
- FLÔRES, M. L. P.; TAROUÇO, L. M. R.; REATEGUI, E. B. Proposta de uma metodologia voltada ao ensino e aprendizagem de Matemática usando objetos de aprendizagem. **Congresso Iberoamericano de Informática Educativa**, Santiago, Chile, 2011. Disponível em < <http://www.tise.cl/volumen6/TISE2010/Documento49.pdf>> Acesso em 20 jun. 2017
- HOFFMANN, J. M. L. **Avaliar: respeitar primeiro, educar depois**. Porto Alegre, RS: Mediação, 2008.
- HUANG, R., ZBIEK, R. M., **Prospective Secondary Mathematics Teacher Preparation and Technology (PSMT)**, The Mathematics Education of Prospective Secondary Teachers, USA, p. 17-23. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-38965-3_3.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2017.
- IEZZI, G.; DOLCE, O.; DEGENSZAJN, D.; PÉRIGO, R. ; ALMEIDA, N., **Matemática: ciência e aplicações**, Vols. 2 e 3: Saraiva, 7ªed. São Paulo, 2013.
- INEP, **Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/inep-apresenta-resultados-do-saeb-prova-brasil-2015/21206. Acesso em: 26 abr. 2017
- JAVARONI, S. L.; ZAMPIERI, M. T.; OLIVEIRA, F. T. Tecnologias digitais: É possível integrá-las às aulas de Matemática? In: Congresso Internacional das TIC na Educação, III, 2014, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 970–974.
- JORDÃO, T.C. Formação de educadores. A Formação do professor para a educação em um mundo digital. In: **Salto para o futuro**. Tecnologias digitais na educação. Ano XIX, boletim 19. Nov-dez., 2009.
- LORENCINI, P. B. M. **Avaliação diagnóstica: um instrumento norteador para o trabalho docente no ensino da matemática para os alunos do 8º ano**. UTFP, Paraná, Medianeira, 2013. 51 f.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. 2.ed. Salvador: Malabares Comunicações e eventos, 2005.
- MACHADO, S. D. A. **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. Série Trilhas, 3ªed, São Paulo: EDUC, 2015

- MARIN, A. J.; SILVA, A. M. M.; SOUZA, M. I. M. **Ebook: Situações didáticas, recurso eletrônico**, 2. ed. Araraquara, SP: Organização Junqueira & Marin, 2017.
- MENDES, I. A. **Matemática e investigação em sala de aula: tecendo redes cognitivas na aprendizagem**. Ed. rev. e aum. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.
- MÉNDEZ, J. M. A. **Avaliar para conhecer, examinar para excluir**. Rio Tinto: Edições Asa, 2002.
- MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 2006.
- NCTM. National Council of Teachers of Mathematics. **Assessment standards for school mathematics: Working Draft**. Reston, 1993
- NCTM. National Council of Teachers of Mathematics. **Principios y normas para las matemáticas escolares**. Lisboa: APM, 2007.
- NCTM. National Council of Teachers of Mathematics. **De los principios a la acción: para garantizar el éxito matemático para todos**. Reston, VA: NCTM, 2015.
- NOVAK, J. D. **A Theory of Education**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1977.
- NOVAK, J. D., e GOWIN, D. B. **Learning How to Learn**. New York: Cambridge University Press, 1984.
- PALIS, G.L.R. **Educação Matemática: entrelaçando pesquisa e ensino, compreensão e mudança**. Revista Educação On-Line, n. 1, 2005.
- PALIS, G. L. R. Desenvolvimento curricular e pesquisa participante: Integração de um Sistema de Computação Algébrica na transição do ensino médio para o superior em matemática. In: **Proceedings of the 1st International Congress of Mathematics, Engineering and Society**. PUCPR Curitiba, Brasil. 2009.
- PALIS, G. A transição do Ensino Médio para o Ensino Superior. **Anais do X Encontro Nacional de Educação Matemática (em CD)**. Salvador, BA, 2010.
- PALIS, G. L. R. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 12, n. 3, p. 432-451, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/viewFile/4288/3695>. Acesso em 12 maio 2017.
- PENCINATO, G. S.; FETTERMANN, J. V.; OLIVEIRA, D. M. A. Avaliação da Aprendizagem de Línguas através de Tecnologias Educacionais: o Flubaroo em foco. In: FETTERMANN, J. V; CAETANO, J. M. P. (Orgs) **Ensino de línguas e novas tecnologias: diálogos interdisciplinares**. Campos dos Goytacazes, RJ: Brasil Multicultural, 2016.
- PENCINATO, G. S.; FETTERMANN, J. V.; OLIVEIRA, D. M. A. **A ferramenta Flubaroo e suas potencialidades para a avaliação de alunos da educação básica**.

XIII EVIDOSOL e X CILTEC-Online – Junho/2016. Disponível em:

<http://evidosol.textolivre.org/papers/2016/upload/166.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2017.

PENCINATO, G. S.; FETTERMANN, J. V; OLIVEIRA, D. M. A. **Avaliação online: promovendo a aprendizagem através do feedback**. Revista Transformar, 2016.

Disponível: <<http://www.fsj.edu.br/transformar/index.php/transformar/article/view/71>>

Acesso em 01 jun. 2017.

PERRENOUD, P. Utilizar novas tecnologias. In: PERRENOUD, P. **10 novas competências para ensinar**. Tradução de Patrícia Chittoni. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000, p. 125 – 140.

POMMER, W. M. **A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares**. São Paulo: [s.n.], 2013. Disponível em:

<http://stoa.usp.br/wmpommer/files/3915/20692/Livro+Eng%C2%AA+Did%C3%A1tica+2013.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2017.

PONTE, J. P. Professores de Matemática: das concepções aos saberes profissionais. In: **Actas do IV Seminário de investigação em educação Matemática** (pp. 58-80).

Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 1993.

PONTE, J. P. et al. **Didática da Matemática**. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, 1997.

PONTE, J. P. Tecnologias de Informação e Comunicação na Formação de Professores: Que Desafios? **Revista Iberoamericana de Educación**, 24, set/dez: 63-90, 2000.

PONTE, J. P. et al. **Programa de Matemática do Ensino Básico**. Lisboa: Ministério da Educação – DGIDC, 2007.

RESENDE, G.; MESQUITA, M. G. B. F. Principais dificuldades percebidas no processo ensino-aprendizagem de matemática em escolas do município de Divinópolis, MG. **Educação Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v.15, n.1, 2013, p. 199-222.

RIBAS, A. S. **Telefone celular como um recurso didático: possibilidades para mediar práticas do ensino de física**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

RIO DE JANEIRO, Lei nº 5222, de 11 de abril de 2008. Disponível em:

<https://goo.gl/zFhDMG>. Acesso em: 10 jun. 2016.

RIO DE JANEIRO, Lei nº 5453, de 26 de maio de 2009. Disponível em:

<https://goo.gl/sjZbZr>, acesso em 10/06/2016.

RIO DE JANEIRO. **Currículo Mínimo**. Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. 2012a. Rio de Janeiro, 17 de janeiro de 2011. Disponível em: Acesso em: 23 de jun. de 2011.

ROSALES, C. **Avaliar é refletir sobre o ensino**. Rio Tinto: Edições Asa, 1992.

SANTOS, R. S. Tecnologias digitais no ensino de Geometria Analítica. **X Encontro**

Gaúcho de Educação Matemática (X EGEM), 2009. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/matematica_artigos/artigo_santos.pdf. Acesso em: 08 maio 2017

SILVA, B. A. Contrato didático. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo: EDUC, p. 49-76, 2012.

SILVA, N. M. P. **Perspectivas de avaliação na disciplina de matemática, de alunos do 2º e do 3º ciclos do ensino básico**. 2004. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Área de Especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino da Matemática Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, 2004.

SILVA, M. A. **Currículos de Matemática no Ensino Médio: em busca de critérios para escolha e organização de conteúdos**. Tese (Doutorado em Educação Matemática). São Paulo, PUC-SP, 2009.

TAKAHASHI, T. (Org.) **Sociedade da Informação no Brasil**: Livro Verde. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2000. 195p.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. **Revista brasileira de Educação**, v. 13, n. 5, p. 5-24, 2000.

TIC – EDUCAÇÃO 2015, **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**. São Paulo, outubro de 2016, disponível em: http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Edu_2015_LIVRO_ELETRONICO.pdf, Acesso em: 27 abr. 2017.

VASCONCELOS, Y. L.; YOSHITAKE, M.; LINS, D. A. C.; MELO, A. P. S.; FRANÇA, S. M. Método de caso e estudo de caso: usos no exercício da docência em contabilidade de custos. **Custos e @gronegocio on line**, v. 9, n. 4, p. 02-18, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário 1: Perfil docente/ Utilização de recursos tecnológicos

Disponível em: <https://goo.gl/GYu8X4>

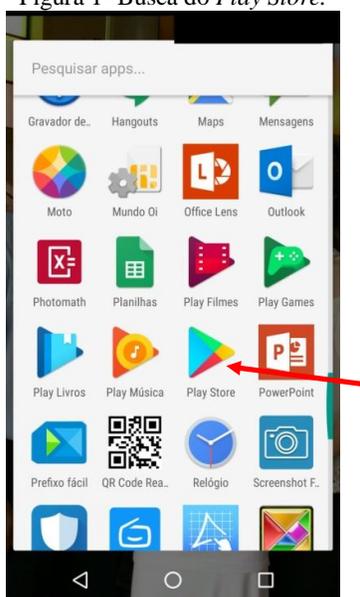
1. Idade: _____
2. Sexo: () Feminino () Masculino
3. Trabalha com a disciplina de Matemática há quanto tempo? _____
4. Formação Inicial/Instituição: _____
5. Formação Continuada/Instituição: _____
6. Você já fez algum curso relacionado à Informática/utilização de tecnologias?
() Sim () Não
7. A escola que você trabalha possui laboratório de Informática?
() Sim () Sim, mas não tem internet disponível () Não
8. Há sinal *Wi-Fi* disponível nas salas de aula? () Sim () Não () Raramente
9. Você utiliza recursos tecnológicos (calculadora, *softwares* educacionais, projetor multimídia, etc) para o ensino dos conteúdos de Matemática?
() nunca () quase nunca () as vezes () quase sempre () sempre
10. Costuma usar dispositivos móveis, o celular, por exemplo, como ferramenta pedagógica?
() nunca () quase nunca () às vezes () quase sempre () sempre
11. Acredita que a prática docente e a participação dos alunos podem ser potencializadas com a utilização de recursos tecnológicos como ferramentas pedagógicas? () Sim () Não () Talvez
12. Tem o interesse em participar da pesquisa, das discussões e experimentações que analisam o desenvolvimento profissional docente utilizando o complemento *Flubaroo*, para a avaliação em Matemática?
() Sim () Não () Talvez

APÊNDICE B: Instalação e execução de atividades usando o *software Graphing Calculator*

O *software Graphing Calculator*, Calculadora Gráfica - o *GeoGebra* – é um *software* gratuito de matemática dinâmica, que possibilita a representação geométrica, algébrica e numérica dos objetos matemáticos, é escrito em linguagem Java, o que lhe permite estar disponível em várias plataformas. Pode ser instalado em computadores, *tablets*, celulares e em outros dispositivos móveis.

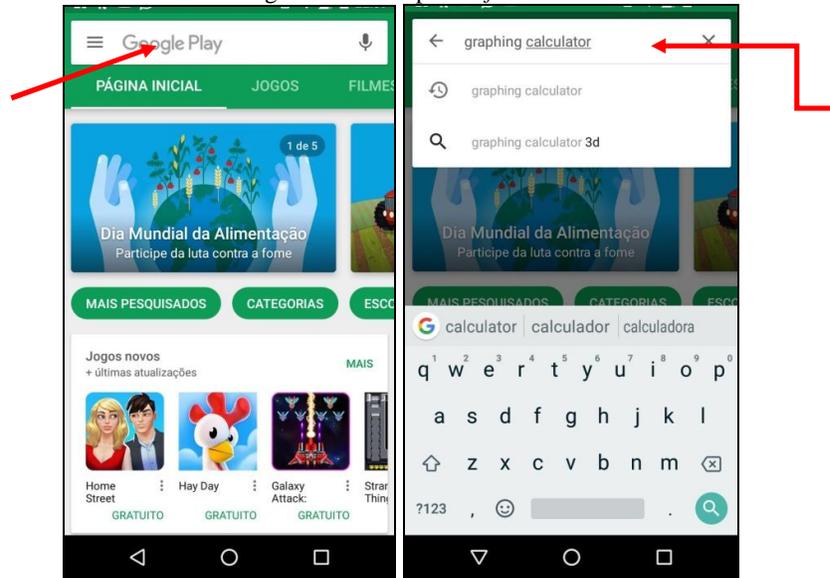
Nesta pesquisa está sendo utilizado este *software* nos celulares, por se tratar dos dispositivos móveis mais usados na sala de aula. Faz-se necessária sua instalação nos celulares a partir do *Play Store*, *Apple Store* ou outro aplicativo similar. Portanto, acione, nos aplicativos do celular, o *Play Store* para fazer a instalação:

Figura 1- Busca do *Play Store*.



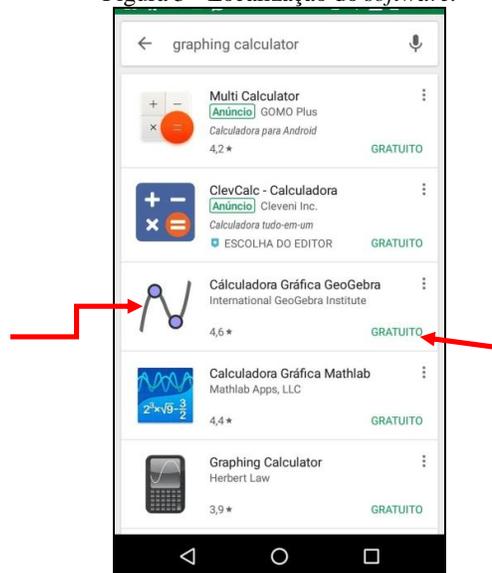
Fonte: Elaboração da autora.

Em seguida, abrirá a página do *Google Play*, **digite** o nome do *software* que se deseja instalar: *Graphing Calculator*.

Figura 2 - Busca pelo *software*.

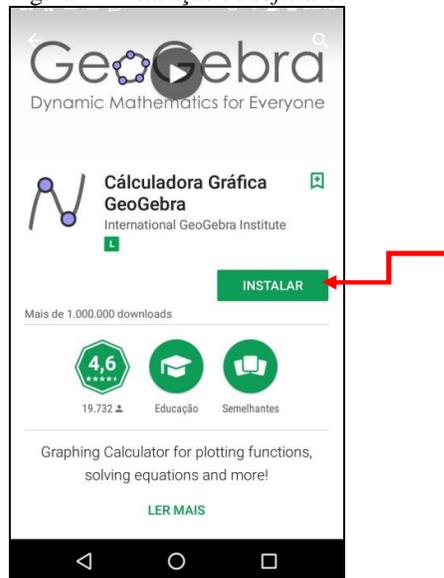
Fonte: Elaboração da autora.

Selecione o *software*, Calculadora Gráfica *GeoGebra*, como na figura seguinte. Vale a observação de que é um *software* gratuito e que depende de conexão com a Internet, somente para o processo de instalação, podendo, portanto, ser usado *off-line*.

Figura 3 - Localização do *software*.

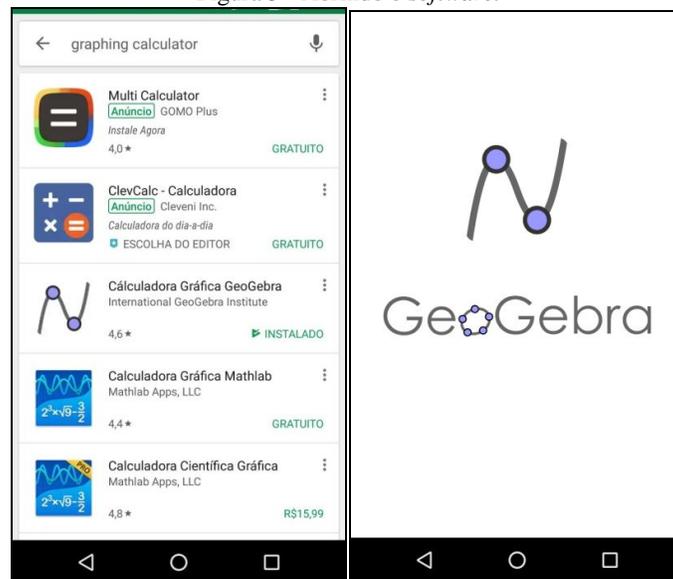
Fonte: Elaboração da autora.

Na sequência, clique em **Instalar**.

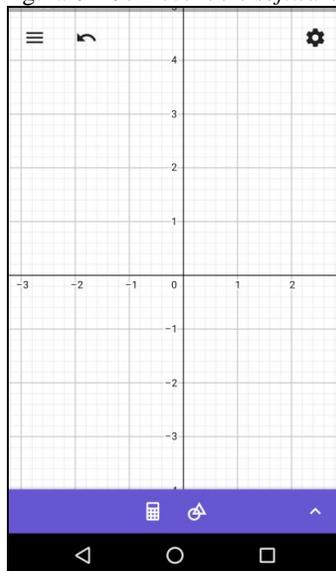
Figura 4 - Instalação do *software*.

Fonte: Elaboração da autora.

Com o *software* instalado, serão desenvolvidas algumas atividades para explorá-lo.

Figura 5 - Abrindo o *software*.

Fonte: Elaboração da autora.

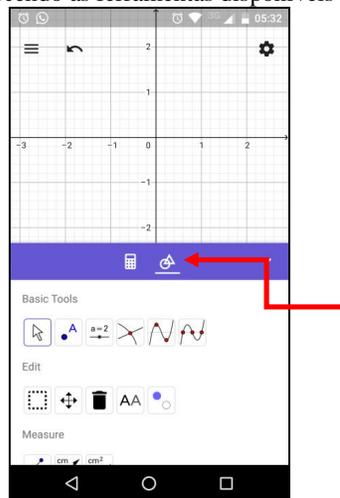
Figura 6 - Conhecendo o *software*.

Fonte: Elaboração da autora.

Na janela de visualização ao lado, borda superior, da esquerda para a direita, pode-se ver o **MENU PRINCIPAL**, a seta no sentido anti-horário permite a opção **DESAZER**. E, por último, as **CONFIGURAÇÕES** que permitem alterar os objetos, exibir ou ocultar malha, entre outras funções.

Na parte inferior, da esquerda para a direita, tem-se a **REPRESENTAÇÃO ALGÉBRICA**, as **FERRAMENTAS** e a opção de **ABRIR E/OU FECHAR** a janela de álgebra.

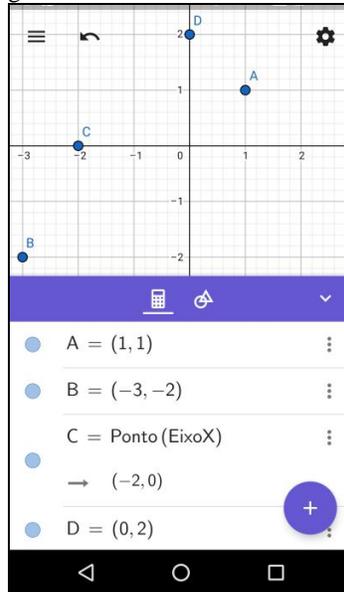
A partir das **FERRAMENTAS**, explorar o *software* desenvolvendo as atividades descritas, fazer a comparação entre as representações geométrica e algébrica, discutindo a dinamicidade proporcionada pelo mesmo.

Figura 7 - Conhecendo as ferramentas disponíveis no *software*.

Fonte: Elaboração da autora.

1. Marcar os pontos A (1, 1); B (-3, -2); C (-2, 0) e D (0, 2). Observar o que acontece quando se clica sobre um dos pontos para arrastá-lo.

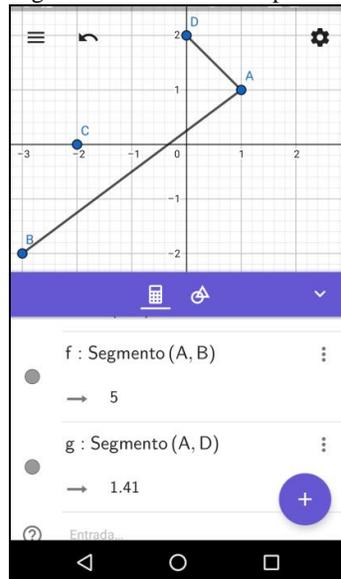
Figura 8 - Pontos no Plano Cartesiano.



Fonte: Elaboração da autora.

2. Traçar os segmentos de retas AB e AD, verificando suas medidas.

Figura 9 - Distância entre pontos.

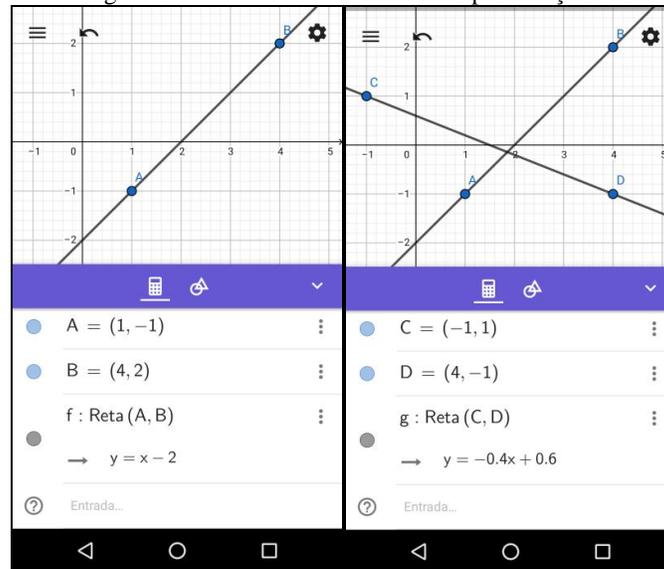


Fonte: Elaboração da autora.

3. Usando a ferramenta RETA, traçar uma que passa pelos pontos A (1, -1) e B (4, 2). Observar a equação dessa reta, analisar seus coeficientes angular e linear, a partir da

posição da reta traçada e da equação. Repetir esse procedimento com outras retas evidenciando, principalmente o coeficiente linear e a posição da reta no plano.

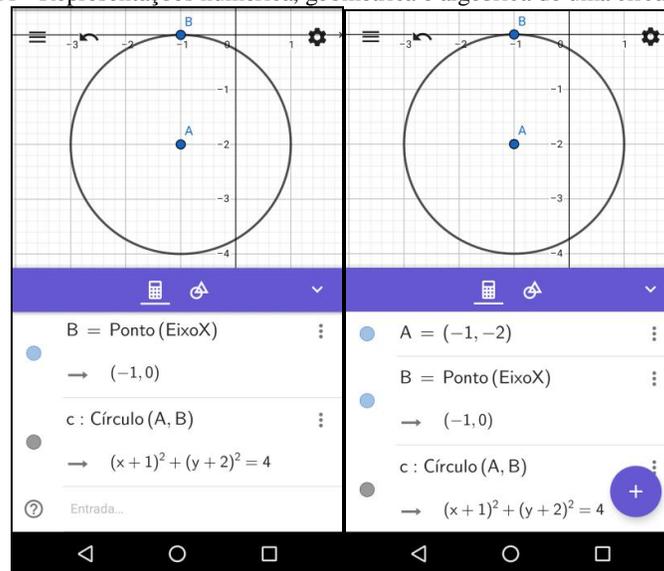
Figura 10 - Retas em suas diferentes representações.



Fonte: Elaboração da autora.

4. Com a ferramenta CÍRCULO, dados centro e um de seus pontos, trace a circunferência que tem centro no ponto A (-1,-2) e passa pelo ponto B (-1, 0). Analisar a equação dessa circunferência.

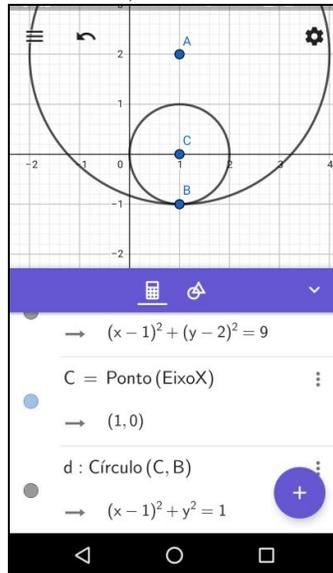
Figura 11 - Representações numérica, geométrica e algébrica de uma circunferência.



Fonte: Elaboração da autora.

5. Traçar a circunferência que tem centro no ponto A (1, 2) e passa pelo ponto B (1, -1), em seguida, a circunferência de centro C (1, 0) e tem raio igual a 1. Analisar as posições de ambas as circunferências e suas equações.

Figura 12 – Circunferências, dados o centro e um de seus pontos.



Fonte: Elaboração da autora.

O presente material que traz informações sobre a instalação e execução de atividades usando o *software Graphing Calculator* proporcionou abordar os conteúdos de Geometria Analítica desenvolvidos na sessão de ensino.

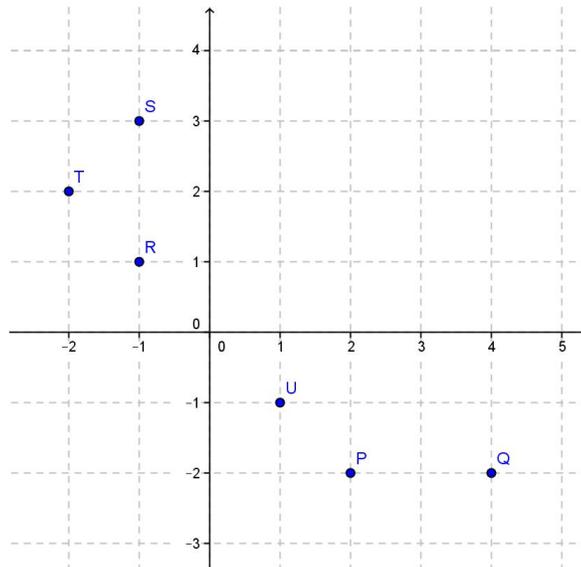
APÊNDICE C - Avaliação de Matemática – Geometria Analítica

Disponível em: <https://goo.gl/qz7RaV>

1. Marque a opção correta:
(SAERJINHO) Veja o plano cartesiano abaixo:

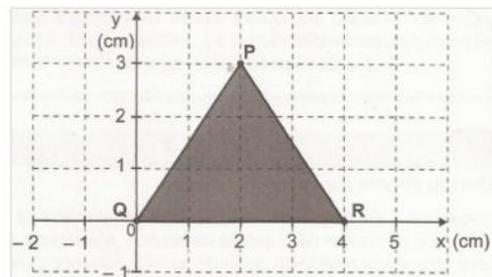
Os pontos correspondentes aos pares ordenados $(2, -2)$ e $(-1, 1)$ são, nessa ordem:

- (A) P e R
- (B) T e R
- (C) P e U
- (D) T e U
- (E) U e T



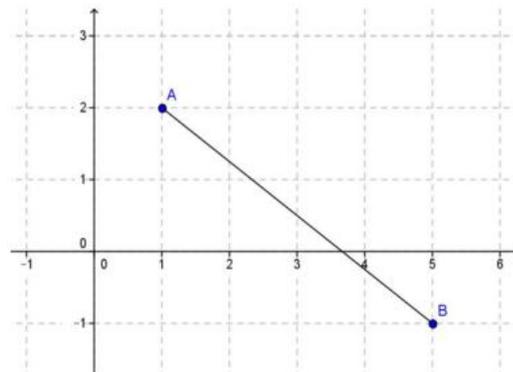
2. Observe o triângulo PQR desenhado na malha quadriculada abaixo:
Qual é a medida do lado PR desse triângulo?

- (A) 3 cm
- (B) 5 cm
- (C) 3,5 cm
- (D) $\sqrt{5}$ cm
- (E) $\sqrt{13}$ cm



3. Determine a distância entre os pontos A e B representados no plano cartesiano a seguir, numa escala onde cada intervalo de n° inteiro é igual a 1cm:

- (A) 7 cm
- (B) 5 cm
- (C) 4,5 cm
- (D) 5,5 cm
- (E) 6 cm



4. O mapa ao lado foi desenhado num plano cartesiano graduado em centímetros. Nesse plano, a cidade de São Paulo encontra-se na origem dos eixos coordenados e Vitória no ponto de coordenadas (6,3). Considere que cada cm equivale a 100 km. Qual é a menor distância, entre São Paulo e Vitória?

- (A) 750 km
 (B) 450 km
 (C) 900 km
 (D) 600 km
 (E) 660 km

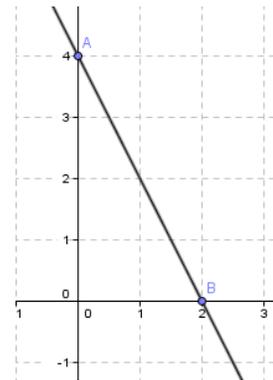


5. Os pontos $P(2, -3)$, $Q(4, 5)$ e $S(0, 5)$ são vértices de um triângulo isósceles, traçado em um plano cartesiano, onde os eixos estão graduados em centímetros. Mostre que o triângulo formado pelos vértices citados é isósceles, calculando as medidas de seus lados. Marque a opção que representa seu perímetro:

- (A) $4 + \sqrt{68}$
 (B) $4 + 4\sqrt{17}$
 (C) $6 + 2\sqrt{68}$
 (D) $4 + 2\sqrt{17}$
 (E) $8\sqrt{17}$

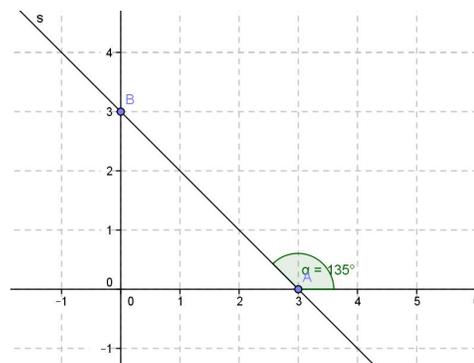
6. Escreva a equação da reta definida pelos pontos A e B, da figura ao lado:

- (A) $x + y + 4 = 0$
 (B) $x + 2y - 4 = 0$
 (C) $2x + 2y + 4 = 0$
 (D) $2x + y - 4 = 0$
 (E) $4x - y + 4 = 0$



7. Observe a reta s representada no plano cartesiano abaixo. Qual é a equação reduzida dessa reta?

- (A) $y = 3x - 1$
 (B) $y = x + 3$
 (C) $y = -x + 3$
 (D) $y = -x - 3$
 (E) $y = -3x - 1$

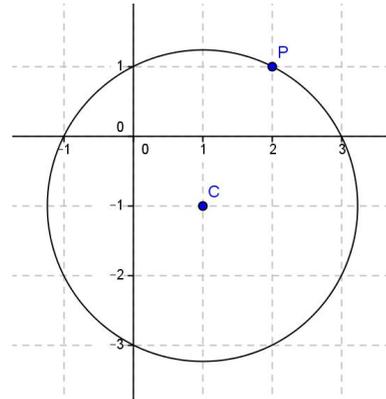


8. Determine a equação geral da circunferência que passa pela origem e tem centro no ponto C(-1, -4)

- (A) $x^2 + y^2 + 2x + 17 = 0$
 (B) $x^2 + y^2 + 2x + 8y = 0$
 (C) $x^2 + y^2 - 3x + y + 8 = 0$
 (D) $x^2 + y^2 + 2x - 8y + 17 = 0$
 (E) $x^2 + y^2 + x + y - 1 = 0$

9. Observe a circunferência. Qual das equações abaixo, representa essa circunferência?

- (A) $(x + 1)^2 + (y - 1)^2 = 3$
 (B) $(x - 1)^2 + (y + 1)^2 = 5$
 (C) $(x + 1)^2 + (y + 1)^2 = 4$
 (D) $(x - 1)^2 + (y + 1)^2 = \sqrt{5}$
 (E) $(x + 1)^2 + (y - 1)^2 = \sqrt{3}$

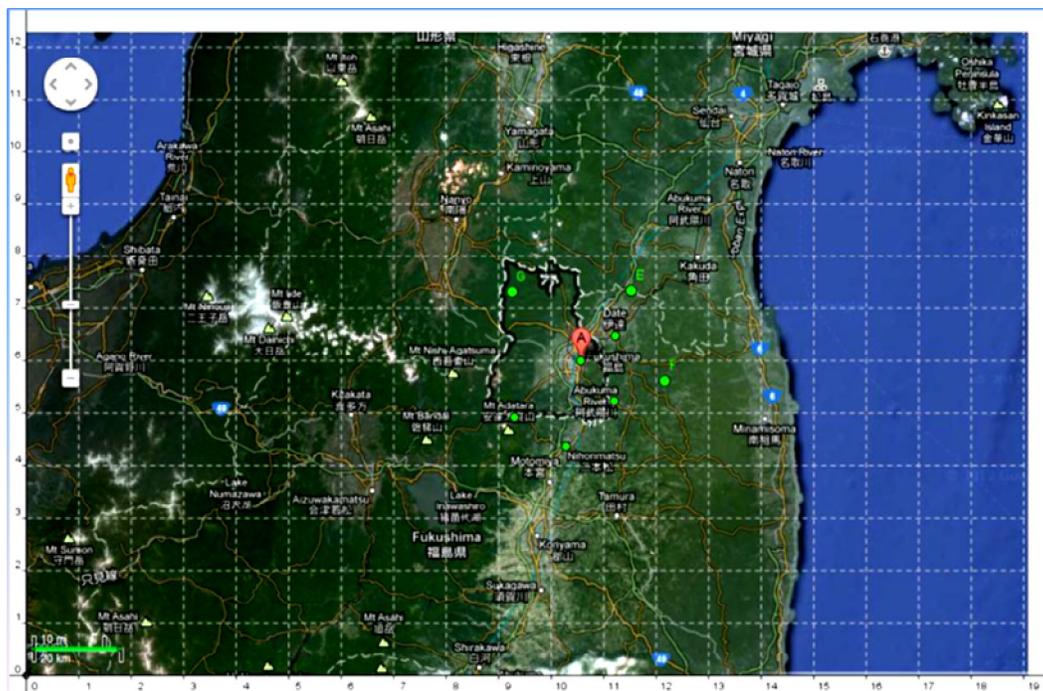


10. (Formação Continuada- SEEDUC/CECIERJ) - Em março de 2011 aconteceu uma série de falhas em equipamentos na Usina Nuclear de Fukushima, Japão. As explosões dos reatores da usina assustaram o mundo.

O contato humano com alguns raios radioativos pode ter um efeito devastador. Os raios gama podem atravessar o corpo e deformar as células podendo levar a vários tipos de câncer.

A imprensa mundial repercutiu o fato e informou à população todas as medidas que deveriam ser tomadas. Foi proibida a entrada de pessoas em um raio de 20 km com relação a Usina Central de Fukushima.

Observemos uma foto retirada de um satélite sobreposta a um plano cartesiano.



Para determinar quais dos pontos assinalados no mapa não podem ser habitados, por estarem a menos de 20 quilômetros de Fukushima (ponto A), foi trabalhada uma escala, ou seja, 1,66 centímetros no mapa correspondem a 20 quilômetros de distância na realidade.

A equação dessa circunferência, pegando como centro, a Usina Nuclear de Fukushima de coordenadas $C(\frac{21}{2}, 6)$ e raio de 20km é dada por:

(A) $(x - \frac{10}{2})^2 + (y - 6)^2 = 40$

(B) $(x + 6)^2 + (y + 10,5)^2 = 20$

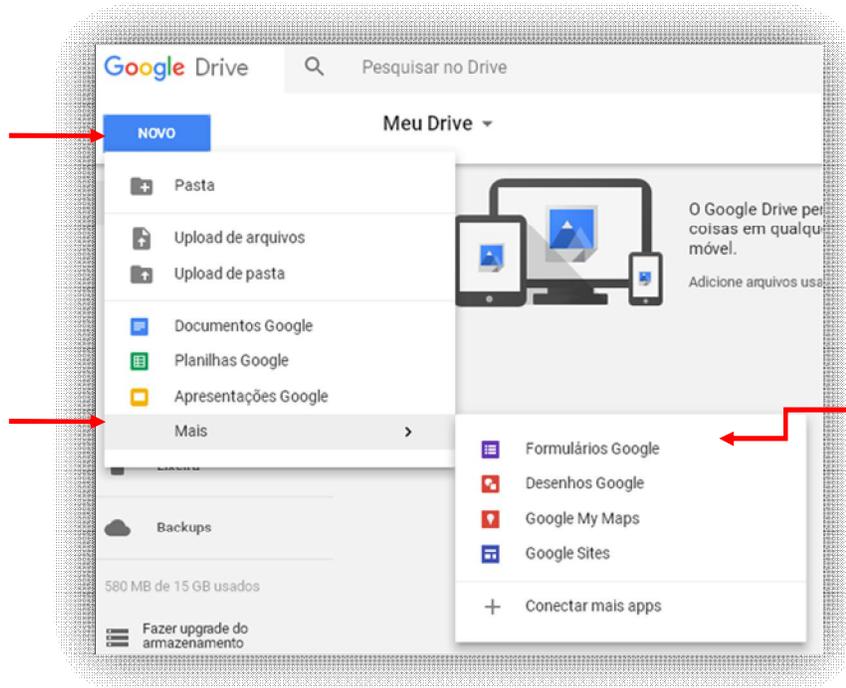
(C) $(x - \frac{21}{2})^2 + (y - 6)^2 = 400$

(D) $(x + \frac{21}{2})^2 + (y + 6)^2 = 200$

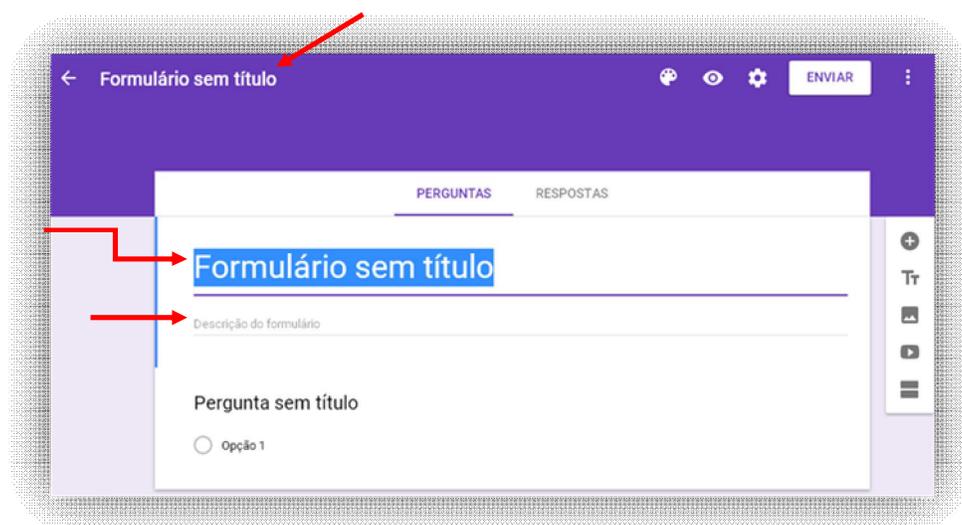
(E) $(x - 6)^2 + (y + \frac{21}{2})^2 = 400$

APÊNDICE D: Organização de Atividades nos Formulários Google e Instalação do Complemento *Flubaroo*

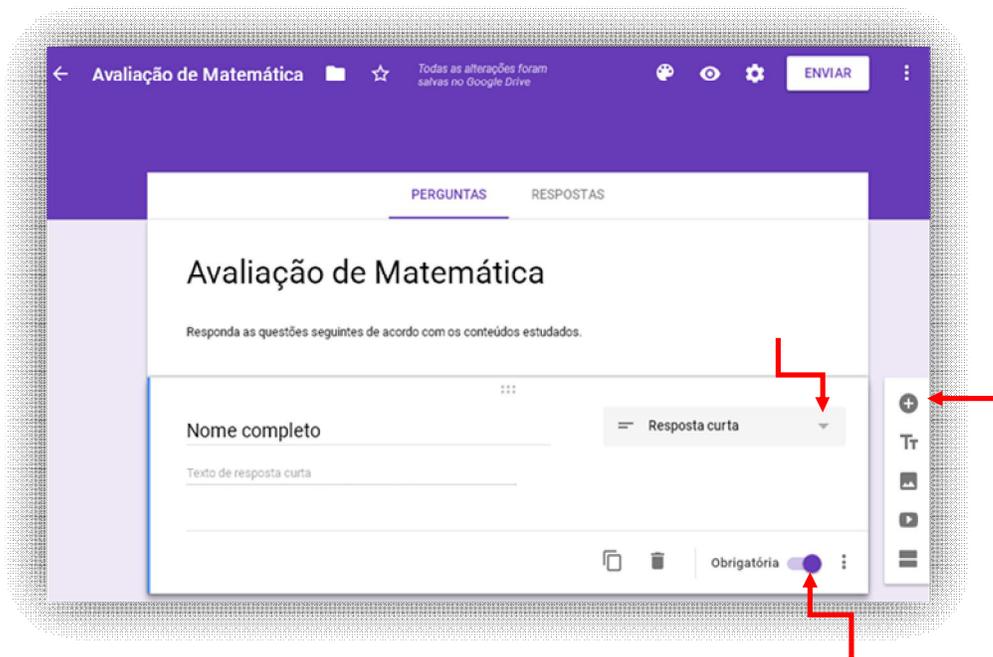
Acesse o *Google Drive* com sua conta (Gmail).
Clique em **Novo** > **Mais** > **Formulários Google**.



Abra o Formulário. Digite o **título** do formulário e a **descrição**. Clique na parte superior esquerda do Formulário que o título aparecerá.



Digite no campo: **Pergunta sem título**, para preenchimento do nome do aluno. Selecione a opção **Resposta curta**. Também a opção **Pergunta obrigatória**.



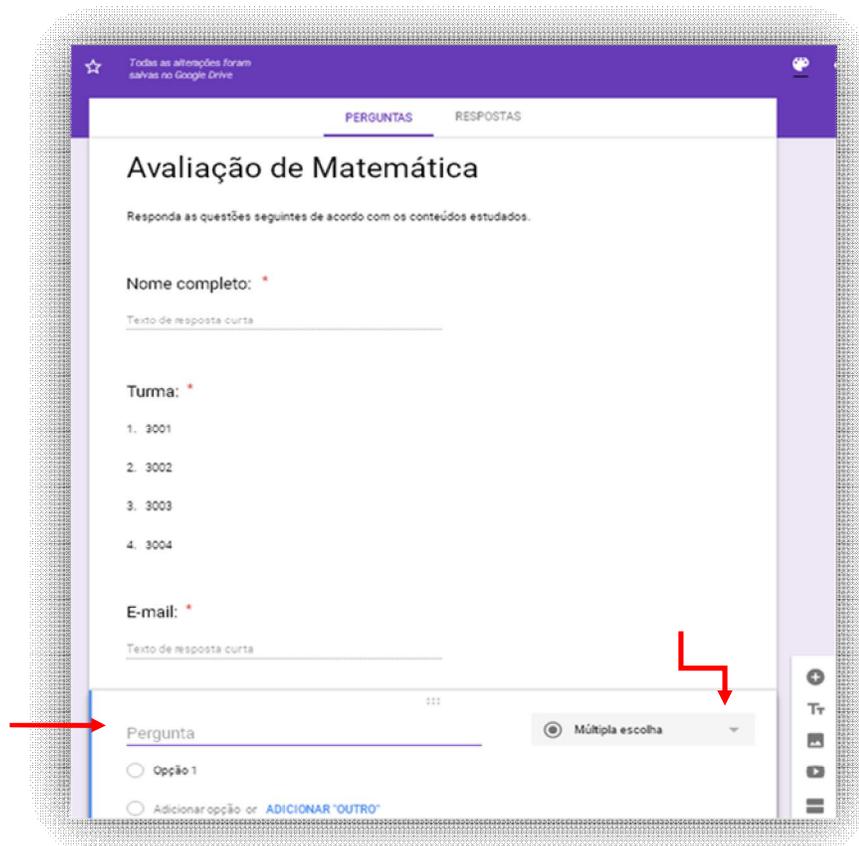
Em seguida, clique em **+** para **Adicionar pergunta**.

Para identificação do aluno, pode-se solicitar: Turma (selecione as opções **Resposta curta** ou **Lista suspensa** e **Pergunta obrigatória**).

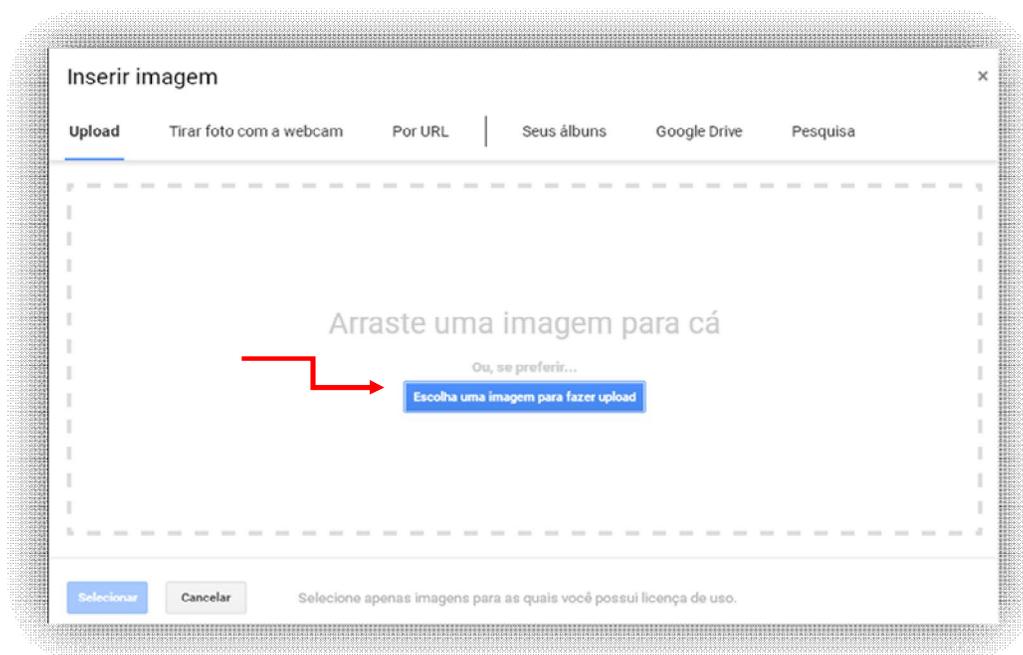
Adicione outra pergunta: E-mail (selecione as opções **Resposta curta** e **Pergunta obrigatória**).

Criando a primeira questão:

- ✓ Clique em **+**



- ✓ Digite o título da pergunta. Mantenha o tipo de pergunta como **Múltipla escolha**.
- ✓ Em seguida em  Adicionar imagem.
- ✓ A janela abaixo abrirá. Clique em **Escolha a imagem para fazer o upload**.
Obs.: a imagem deve estar no formato JPEG.
- ✓ A opção  para **Alinhar a imagem** ou **Adicionar uma legenda**.



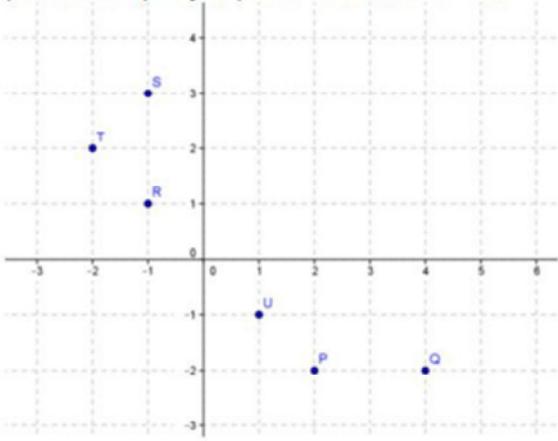
- ✓ Digite as opções de respostas.
- ✓ Selecione a opção **Pergunta obrigatória** e, ao lado, selecione **Ordenar as opções aleatoriamente**.

Ao final, a questão estará apresentada assim:

PERGUNTAS RESPOSTAS

Marque a opção

(SAERJINHO) Veja o plano cartesiano abaixo:



Os pontos correspondentes aos pares ordenados $(2, -2)$ e $(-1, 1)$, são, nessa ordem:

P e R
 T e R
 P e U
 T e U
 U e T

Obs.: A qualquer momento, é possível visualizar o formulário que está sendo criado, bastando para isso clicar em **Visualizar**.

Avaliação de Matemática Todas as alterações foram salvas no Google Drive

Para criar a segunda questão, selecione **+** para **Adicionar pergunta. Múltipla escolha**. Se tiver imagem, proceda como na questão anterior. Experimente copiar todas as alternativas de uma só vez. Para isso, basta selecionar todas e copiá-las. Em seguida, colar na opção 1.

Para as demais questões, repita todos os procedimentos: insira a imagem, a questão e seu conteúdo.

Alterando o *design* do formulário

Clique em **Paleta de cores**, ao lado de Visualizar. Altere a cor ou o tema. Após escolher o tema preferido, clique em **Selecionar**, para concluir a alteração. Caso prefira tema mais específico, pode-se fazer *upload* de fotos que já estejam salvas no computador, lembrando que devem estar no formato JPEG. Note que o *design* do



formulário será alterado conforme o tema escolhido.

Criando um GABARITO

Abra o formulário em **Visualizar**

Preencha os campos:

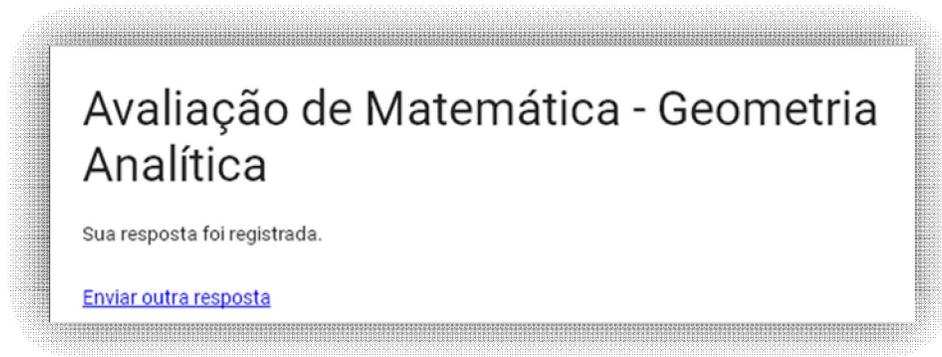
Nome: GABARITO

Turma: (Escolher uma turma)

E-mail: (O e-mail que está utilizando para a criação do formulário)

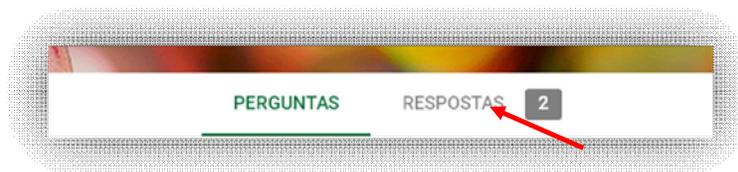
Responda corretamente as questões e, ao final, clique em **Enviar**.

Em seguida, será aberta a janela seguinte, confirmando o registro de envio.



Responda e envie novamente, pois são necessárias duas respostas para que a correção seja efetuada pelo Complemento *Flubaroo*.

Volte ao formulário do *Drive* e vá em **Respostas**. Nesta janela aparece o RESUMO das respostas, porcentagem em gráficos e também de forma INDIVIDUAL



Clique em **Criar planilha**



Para escolher destino da resposta, selecione Criar uma nova planilha > **CRIAR**.



Em seguida abrirá a **Planilha de respostas** numa nova janela. Clique sobre ela para ver as respostas.

Observe que são apresentadas data e hora do envio, nome do aluno e as respostas dadas

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Carimbo de data/hora	Nome compl	Turma: E-mail:	Marque a o	Observe	Determini	O mapa at	Os pontos	F	Escreva a equaç	Observe a ret:	Determine a equaç
19/09/2017 19:17:02	GABARITO	3001 dircileneval. P e R	$\sqrt{13}$	5 cm	660 km	$4 + 4\sqrt{17}$	$2x + y - 4 = 0$	$y = -x + 3$	$x^2 + y^2 + 2x + 8y =$		
19/09/2017 19:19:28	GABARITO	3001 dircileneval. P e R	$\sqrt{13}$	5 cm	660 km	$4 + 4\sqrt{17}$	$2x + y - 4 = 0$	$y = -x + 3$	$x^2 + y^2 + 2x + 8y =$		

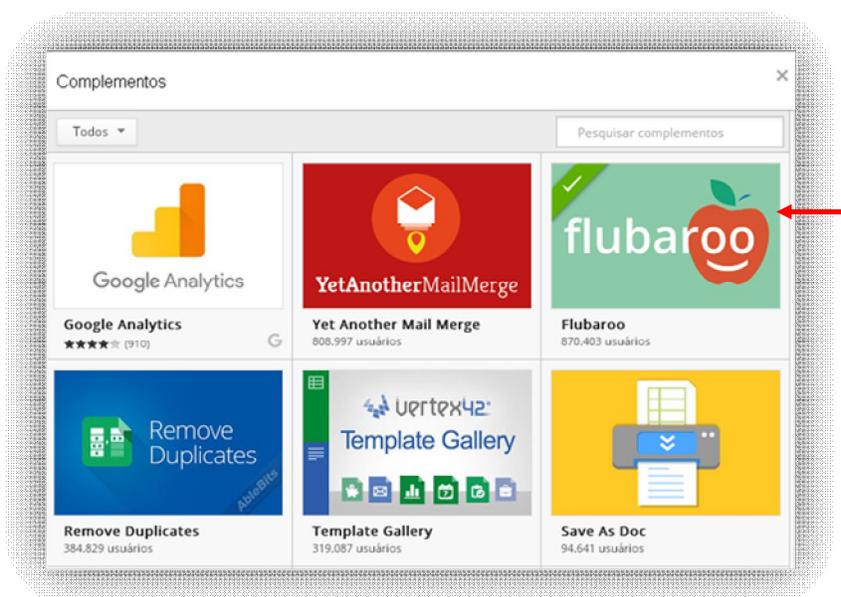
a cada questão.

Instalando o Complemento *Flubaroo* para correção automática

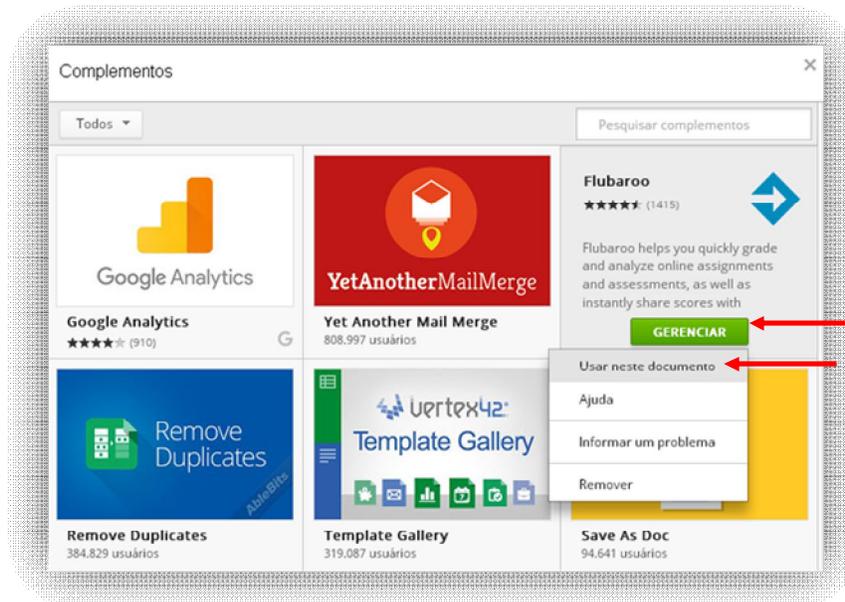
Deixe abertos no computador somente o *Drive* e a *Planilha de respostas*.
Clique em **Complementos** > **Instalar complementos**.



Selecione *Flubaroo*.



Em seguida, GERENCIAR > Usar neste documento.

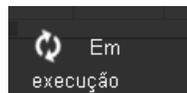


Feche a janela.

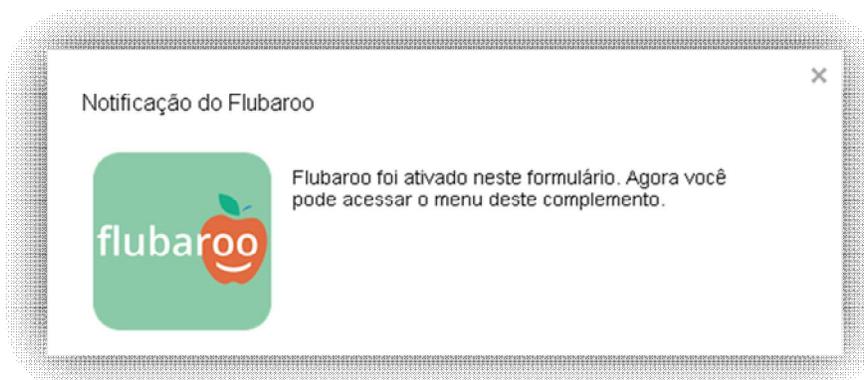
Voltar à planilha de respostas, **Complementos** > **Flubaroo** > **Enable Flubaroo in this sheet** (Ativar o *Flubaroo* neste formulário).



Abrirá nova janela com a mensagem:



Em seguida aparece a mensagem de notificação:

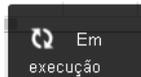


Feche a mensagem.

Volte à planilha de respostas, Complementos > Flubaroo > Avaliar formulário.



Abrirá nova janela com a mensagem:



Abra a janela para valorar as questões do formulário - **Avaliação: primeiro passo**

Para nome, turma e e-mail, utilize **Identificação do aluno**.

Para as demais perguntas, deve-se **atribuir o valor desejado**.

Selecione Continue.



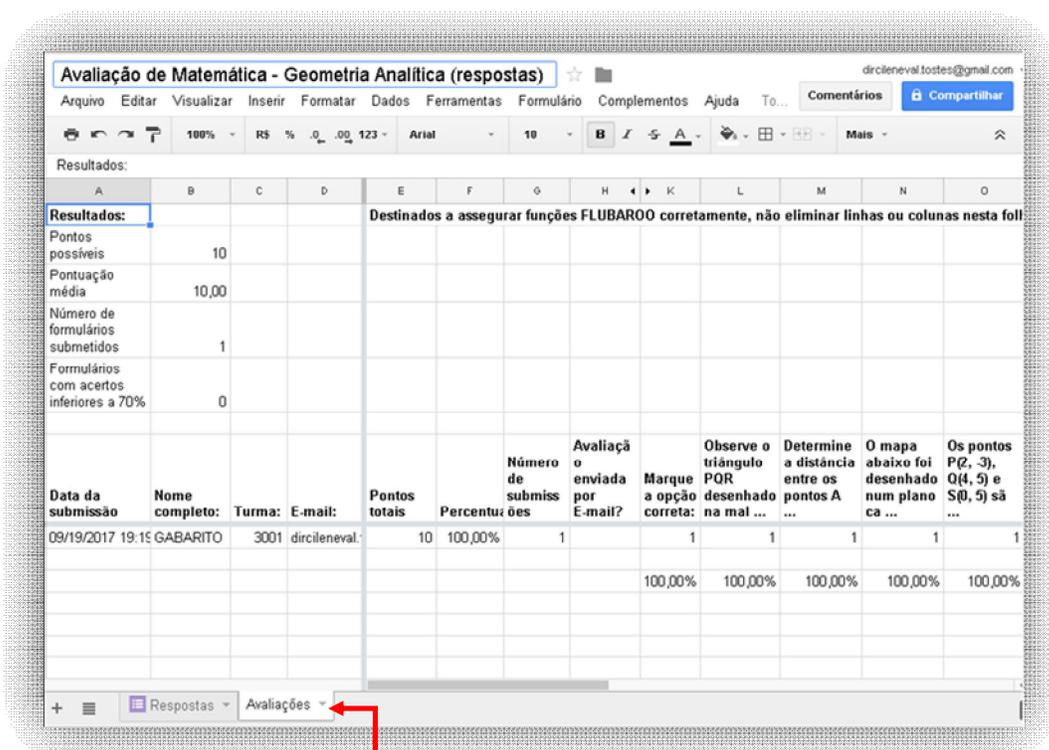
No segundo passo, deve-se marcar a resposta que será utilizada como padrão de correção. Como o formulário **Gabarito** foi criado anteriormente contendo as respostas corretas, clique sobre ele e em **Continue**.



Aguarde. O formulário está sendo avaliado.



Feche a mensagem. Uma nova planilha de avaliações das respostas foi criada, contendo



a avaliação de cada formulário submetido.

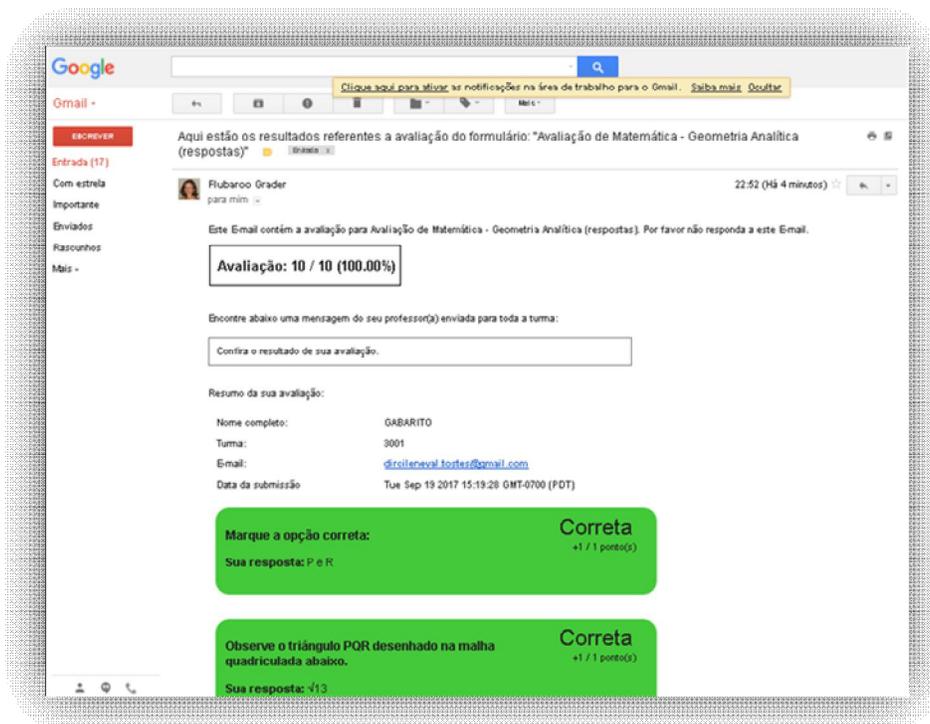
Fazendo a devolutiva individual para o aluno

Com a planilha de respostas aberta, clique em **Complementos > Flubaroo > Enviar avaliações**. Selecione todos os campos. O comentário é opcional > Continuar.

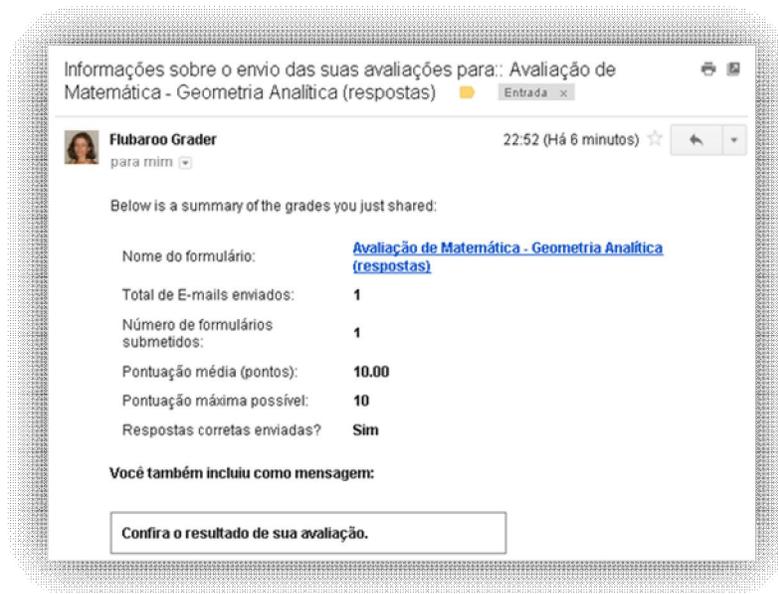


Abra o e-mail para visualizar a correção da avaliação.

Observe que as questões corretas aparecem em verde e as incorretas em vermelho.



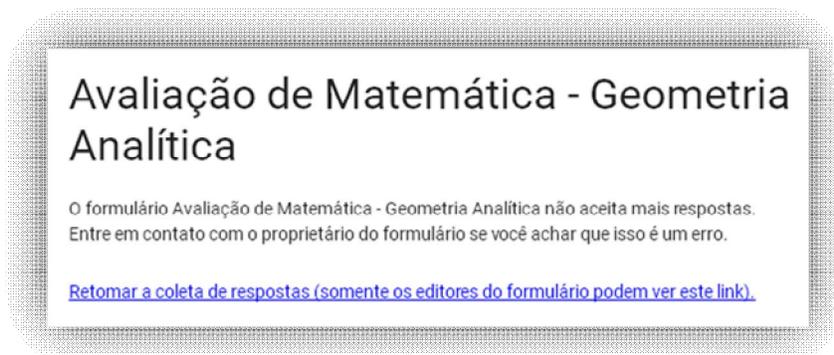
O *Flubaroo* envia a grade de avaliação para o e-mail onde o formulário foi criado.



É possível gerenciar a avaliação aceitando respostas ou não. Neste caso, o formulário ficará aberto ou não para que os alunos possam respondê-lo. Para alternar as opções, use o comando **Respostas > Aceitando respostas**.



Expirado o prazo para o envio das respostas, o aluno, ao tentar responder, terá a mensagem seguinte, impedindo-o de realizar a avaliação.



Para reabrir a permissão de envio de respostas, basta ativar novamente **Respostas > Não está aceitando respostas**. (Essa opção será desativada).

Para visualizar os gráficos das respostas, clique em **Respostas > Resumo das respostas**.

Envio de cópia do *link* do formulário

- ✓ Abra o formulário no modo **Visualizar**.
- ✓ Clique sobre o endereço, selecionando-o e utilize o comando Ctrl + C para copiá-lo. Com o *link* copiado, envie-o por e-mail.

Para dinamizar, sugere-se encurtar o *link* por meio do *site Goo.gl para compressão de links*.

- ✓ Entre no *site* <https://goo.gl>
- ✓ Clique no campo indicado para colar e utilize o comando Ctrl + V para colá-lo.
- ✓ Ative o campo: Não sou um robô.
- ✓ **SHORTEN URL**
- ✓ Uma nova janela se abrirá com o endereço curto e a indicação para copiá-lo.



Link original:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeIWwQf-pw9YwQ7SDku1kzWteW9u-okjKlIXGK_uQTcj-qlPA/viewform

URL curto:

<https://goo.gl/qz7RaV>

Obs.: Com o *link* copiado, basta, por exemplo, enviá-lo por e-mail.

Para enviar o *link* do formulário via WhatsApp



Envie-o para o próprio e-mail.

Abra no celular o seu e-mail e copie o *link*.

Crie um grupo do WhatsApp com sua turma e cole o *link* no mesmo > Envie.

O acesso ao formulário pode ser por meio do *link* recebido por e-mail ou pelo WhatsApp.

APÊNDICE E - Questionário II: **Avaliação da Sequência Didática**

Disponível em: <https://goo.gl/ugiXH5>

Identificação

(A) (B) (C) (D) (E) (F)

1. Você considera que o processo desenvolvido foi dinâmico e interativo?

- Não
- Sim, pouco
- Sim, regular
- Sim, muito

2. Você considera que os *softwares* adotados na pesquisa apresentam ferramentas potencializadoras para a estruturação e avaliação em Geometria Analítica?

- Não
- Sim, pouco
- Sim, regular
- Sim, muito

3. Na sua concepção, o uso do *software* poderá contribuir para sua prática docente?

- Nunca
- Quase nunca
- Às vezes
- Quase sempre
- Sempre

4. Considerando os entraves que podem ocorrer, relacionados ao uso de tecnologias, como por exemplo, falta de energia e/ou de conexão, você se sente motivado a integrá-las a sua prática docente?

- Não
- Sim, pouco
- Sim, regular
- Sim, muito

5. Você considera que a dinâmica das sessões de ensino realizadas foi satisfatória?

- Não
- Sim, pouco
- Sim, regular
- Sim, muito

6. Os materiais elaborados pela professora/pesquisadora, usados nas sessões de ensino, atenderam às demandas do conteúdo e do uso de tecnologias?

- Não
- Sim, pouco
- Sim, regular
- Sim, muito

APÊNDICE F – Questionário III: **Avaliação do desenvolvimento da Pesquisa**

Disponível em: <https://goo.gl/7iWTqT>

1. A presente pesquisa contribuiu de alguma forma para uma inquietação em relação a sua prática docente?

2. Na sua opinião, a utilização do *software Graphing Calculator* pôde contribuir para o ensino e a construção do conhecimento dos conteúdos de Geometria Analítica? Justifique.

3. Qual sua visão sobre avaliação com TIC?

4. Sobre a organização da avaliação, o que a integração entre o *software Graphing Calculator* e o Complemento *Flubaroo* proporcionaram em termos de possibilidades de transposição dos conteúdos curriculares em Geometria Analítica?

5. Quais são as reflexões e contribuições que a metodologia adotada na pesquisa, a Engenharia Didática, pode trazer para a organização do seu trabalho docente?

6. Como visto durante este processo, a presente pesquisa não apresenta mudanças na avaliação, aponta contribuições para a prática docente por meio da utilização do Complemento *Flubaroo*. Como você considera essa integração de tecnologias no processo avaliativo?
