



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
CAMPUS MANAUS CENTRO
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

NEIVA GUIMARÃES MIRANDA

**A ENGENHARIA DIDÁTICA EM SALA DE AULA: UMA PROPOSTA DE
ENSINO-APRENDIZAGEM PARA A GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL POR
MEIO DA FERRAMENTA METODOLÓGICA *GOOGLE EARTH PRO***

**MANAUS – AM
2020**

NEIVA GUIMARÃES MIRANDA

A ENGENHARIA DIDÁTICA EM SALA DE AULA: UMA PROPOSTA DE
ENSINO-APRENDIZAGEM PARA A GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL POR MEIO
DA FERRAMENTA METODOLÓGICA *GOOGLE EARTH PRO*

Monografia apresentada como exigência parcial para a obtenção do título em Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro.

Orientador: Prof.º *MSc.* Vinícius Paulo de Freitas.

MANAUS – AM
2020

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

M672e Miranda, Neiva Guimarães.

A engenharia didática em sala de aula: uma proposta de ensino-aprendizagem para a geometria plana espacial por meio da ferramenta metodológica *GOOGLE EARTH PRO* / Neiva Guimarães Miranda. – Manaus, 2020.

300 p. : il.

Monografia (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2020.

Orientador: Prof. Me. Vinícius Paulo de Freitas.

1. Matemática. 2. Engenharia didática. 3. Geometria plana. 4. Geometria espacial. I. Freitas, Vinícius Paulo de. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 510

Elaborada por Márcia Auzier CRB 11/597



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CAMPUS MANAUS-CENTRO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ED. BÁSICA E FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - DAEF



TERMO DE APROVAÇÃO

A monografia, que tem como título: **A ENGENHARIA DIDÁTICA EM SALA DE AULA: UMA PROPOSTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA A GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL POR MEIO DA FERRAMENTA METODOLÓGICA GOOGLE EARTH PRO** foi submetida à defesa pública, sob a avaliação de banca examinadora, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de graduação do curso superior de Licenciatura em Matemática.

AUTOR (A): Neiva Guimarães Miranda

Monografia aprovada em: 29/09/2020

Orientador: Prof. Msc. Vinicius Paulo de Freitas

Primeiro Examinador: Prof. Msc. Aldair Lucas Viana Caldas

Segundo Examinador Prof. Msc. João Cruz Neto

Com gratidão, dedico esse trabalho a Deus que assim fortaleceu-me diante dessa necessária jornada. Assim como dedico a mim que com muita luta e persistência consegui chegar ao final dessa trajetória provendo de êxito, aprendizado e profissionalização.

AGRADECIMENTOS

O agradecimento primário será a Deus que possibilitou e viabilizou a concretização desse trabalho. Posteriormente a agradecimento será a minha própria pessoa que entendeu que toda labuta, esforço e dedicação se valem na consequência da excelência do desenvolvimento pessoal e profissional, afinal, foram muitas noites mal dormidas ou nem dormidas em um único e concentrado objetivo: o da conclusão do curso de Licenciatura em Matemática.

Ressaltando também, a compreensão (em alguns casos nem tanto) de minha mãe Maria Amélia (também professora) nessa empreitada no que concernem à entrega e o sacrifício da finalização dessa jornada.

Outrossim, agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas pela oportunidade, tão certo como agradeço a contribuição de alguns professores que colaboraram nesse percurso, em especial meu orientador Vinícius Paulo de Freitas em que muito me espelho e tomo para mim quanto o profissional em empenho junto ao professorado.

Proporcionalmente em gratidão cito o nome do professor Dalmir Pacheco de Souza, que obteve participação primordial no que confere de fato a proposta do referido instituto de ensino na relevância da formação do professor-pesquisador que por intermédio de suas motivações me direcionou a pensar e agir como aluna pesquisadora.

Quantos tolos vocês acham que indagaram a si mesmos?

*Mas vocês que ouviram os ensinamentos dos sábios, vocês sabem que as estrelas não se movem para cima ou para baixo, elas meramente transitam de leste a oeste seguindo o curso mais perfeito já concebido: o círculo.
(Hipátia de Alexandria, 391 d.C.)*

RESUMO:

A dificuldade na aprendizagem de conteúdos matemáticos em sala de aula constitui-se atualmente de reflexões e novas estratégias para o ensino. Dessa forma, agregar a metodologia convencional com novas práticas educacionais envolvendo as metodologias ativas com ferramentas tecnológicas acessíveis torna efetivo a integração com o que preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Diante disso, o presente trabalho de pesquisa buscou compreender o conteúdo matemático por meio do conhecimento básico das funcionalidades do *software Google Earth Pro* (GEP) como ambiente dinâmico e computacional na execução do posto de ferramenta no ensino da Geometria Plana e Espacial para alunos do ensino médio. A pesquisa fundamentou-se na metodologia das fases e estrutura da Engenharia Didática e nas técnicas e procedimentos operacionais da metodologia do trabalho científico, nesse sentido a entrevista não-diretiva, a observação e o questionário. Como resultados obteve-se a positiva aceitação dos sujeitos da pesquisa, estes observados pela interatividade e entusiasmo na operação da atividade proposta, similarmente o alcance do conhecimento conforme conteúdo estudado, o que se fundamenta de fato o ensino-aprendizagem composto na proposta da pesquisa. Portanto, uma vez que as utilizações de mediações tecnológicas em relação ao ensino integraram cognição e prática, conforme aplicações *in loco*, dispomos que o processo de ensino foi considerado positivo na associação com a propositura da ferramenta.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Engenharia Didática. Geometria Plana e Espacial.

ABSTRACT:

The difficulty in learning mathematical content in the classroom currently consists of reflections and new teaching strategies. In this way, adding the conventional methodology with new educational practices involving active methodologies with accessible technological tools makes effective the integration with what the Common National Curricular Base (BNCC) recommends. Given this, the present research work sought to understand the mathematical content through the basic knowledge of the features of the Google Earth Pro (GEP) software as a dynamic and computational environment in the execution of the tool post in the teaching of Flat and Spatial Geometry for high school students medium. The research was based on the methodology of the phases and structure of Didactic Engineering and on the operational techniques and procedures of the methodology of scientific work, in this sense the non-directive interview, observation and questionnaire. As a result, it was obtained, in addition to the positive acceptance of the research subjects, observed by the interactivity and enthusiasm in the operation of the proposed activity, similarly the reach of knowledge according to the content studied, which is in fact based on the teaching-learning composed in the research proposal. . Therefore, since the uses of technological mediations in relation to teaching have integrated cognition and practice, according to on-site applications, we provide that the teaching process was considered positive in association with the proposition of the tool.

Keywords: Mathematics Teaching. Didactic Engineering. Flat and Spatial Geometry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

FIGURA 1: INTERFACE DO SOFTWARE GOOGLE EARTH PRO (GEP)	16
FIGURA 2: PIRÂMIDE DE QUÉOPS – OBJETO DE ESTUDO	19
FIGURA 3: PONTOS DOS VÉRTICES E POLÍGONO QUADRADO DO OBJETO DE ESTUDO	19
FIGURA 4: COMPRIMENTO DO SEGMENTO DE RETA AB E DIREÇÃO DO VETOR EM GRAUS.....	20
FIGURA 5: ALTURA DO TRIÂNGULO	21
FIGURA 6: TRAJETO DO PERCURSO (DISTÂNCIA) IFAM-CMC AO TEATRO AMAZONAS	22
FIGURA 7: IMAGEM APROXIMADA DO TRAJETO DO PERCURSO DA FIGURA 6	22

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CONHECIMENTO SOBRE O CONTEÚDO ABORDADO.....	25
GRÁFICO 2: CONTATO COM O <i>SOFTWARE</i>	25
GRÁFICO 3: OPINIÕES SOBRE O <i>SOFTWARE</i>	26
GRÁFICO 4: RECOMENDAÇÕES SOBRE O USO DO GEP.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 A Base Nacional Comum Curricular no ensino da Matemática.....	13
2.2 A Engenharia Didática: uma metodologia de pesquisa.....	14
2.3 Breve histórico sobre <i>Google Earth (GE)</i>	16
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
3.1 Execução da atividade conforme estrutura do método da Engenharia Didática.....	18
3.1.1 <i>Fase Preliminar</i>	18
3.1.2 <i>Análise a Priori</i>	18
3.1.3 <i>Experimentação</i>	19
3.1.4 <i>Análise a posteriori e validação</i>	24
4. RESULTADOS DA PESQUISA.....	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O ensino da linguagem matemática em todos os níveis de escolaridade ainda é algo desafiador e que exige esforço e determinação por parte dos alunos e essencialmente de professores que buscam melhor entendimento e compreensão para ensinar. Contudo, é relevante salientar que, apesar dos obstáculos existentes, esse dito processo de ensino possui capacidade de ser mais dinâmico e interativo com a inserção da tecnologia durante as aulas, não para substituir as aulas convencionas (quadro branco e pincel), que por sua vez são essenciais no âmbito do ensino da Matemática, mas para agregar ao que se refere em conhecimento e experiência, sobretudo no que confere ao abstracionismo que compete a essa linguagem.

É sabido que a geração de alunos atualmente é movida à tecnologia, e que a disponibilidade e a facilidade de acesso aos diversos recursos midiáticos lhes cabem à palma da mão, e mesmo diante de vários “artifícios” tecnológicos, ainda assim é evidente a dificuldade de aprendizagem de conteúdos matemáticos. Posto isto, a utilização desses recursos no processo educativo além de ser deficiente em ambientes de aprendizagem, também exige do professor a predisposição em aprender a trabalhar com essas ferramentas de modo apropriado.

Diante disso, justifica-se abordar tal temática levando em conta as ferramentas metodológicas mediadas por recursos digitais existentes e disponíveis, isto no que concerne transformar o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos mais interativos, dinâmicos e prazerosos para os alunos, posto que o “novo” desperta o interesse e a curiosidade pelo desafio proposto.

Sendo assim, as prerrogativas deste estudo compilam na conciliação em compreender o conteúdo abordado e sua relação com a tecnologia ofertada, relacionando os conceitos matemáticos com o cotidiano, associando o estudo com a visualização de objetos 3D, ampliando os conhecimentos adquiridos primariamente sobre o objeto matemático e sua relação com a interdisciplinaridade que lhe confere, assim como promover motivação aos alunos na resolução de situações problemas de modo desafiador, dinâmico e real.

Por conseguinte, o conhecimento sobre o *software Google Earth Pro* (GEP) e suas essenciais funcionalidades em conjunto com a exploração dos conteúdos matemáticos e a integração com a tecnologia em consonância com o atendimento da atual necessidade educacional, possibilitou a concretização objetiva da aplicação do ambiente dinâmico e computacional do GEP como ferramenta no ensino do conteúdo matemático específico da Geometria Plana e Espacial para alunos do ensino médio, viabilizando como proposta um novo

e acessível instrumento metodológico e estrutural, sendo utilizada nesse estudo como metodologia aplicada à pesquisa a Engenharia Didática e seus moldes ordenados em investigação e execução conforme atribuições do estudo em questão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Base Nacional Comum Curricular no ensino da Matemática

O novo eixo de ensino proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que preconiza sobre a tecnologia no ensino, se destacam nesse sentido as metodologias ativas, estas apresentam um contexto de mudanças de paradigmas no que concerne o aprendizado, onde o educador não mais se reporta como o detentor de todo o conhecimento, mas sim com o empreendimento na orientação do protagonismo do aluno em sua autonomia e construção de sua aprendizagem.

Sendo assim, a BNCC propõe que os estudantes utilizem as tecnologias que possibilitem a correlação com o abstracionismo da matemática aplicada à realidade, contando com a vivência cotidiana de suas próprias experiências, concatenando e aprimorando o conhecimento matemático com a vida real.

Diante disso, os estudantes devem desenvolver habilidades relativas ao processo de investigação, mobilizando seu próprio raciocínio, representação, argumentação e comunicação, isso tudo com base em discussões e validações delimitadas nos moldes da atual disponibilidade da BNCC. (BRASIL, 2018).

As capacidades que estão diretamente relacionadas a representação matemática pressupõem a de registros para recordar um objeto matemático, agregando assim a compreensão sugerida. Apesar dessa ação não ser exclusiva da Matemática (sendo que todas as áreas possuem seus processos de representações), é em essencial nesse campo que possamos apurar de forma inequívoca a relevância das representações para a cognição de fatos, de ideias e de conceitos, uma vez que o acesso aos objetos matemáticos se dá por meio delas. (BRASIL, 2018).

Considerando essas conjecturas, e em conexão com as competências gerais da Educação Básica e com a área da Matemática no Ensino Médio e assim como a área da Matemática e suas Tecnologias, estas devem atestar aos estudantes o desenvolvimento de capacidades específicas. Nesse sentido, consta como etapas suas respectivas relações, como: a utilização de estratégias e conceitos para a interpretação, a articulação dos conhecimentos matemáticos com a proposta

de investigação, a construção de argumentação consistente mediante a elaboração de modelos contextualizados, a compreensão de diferentes registros (essencialmente em se tratando da geometria e suas funcionalidades) e a investigação de diferentes conceitos e propriedades. (BRASIL, 2018).

Ainda em conformidade com a BNCC em consonância com a Matemática e suas tecnologias no Ensino Médio conforme suas competências e habilidades específicas, a utilização dessas estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, como a articulação dos conhecimentos correspondentes à interdisciplinaridade com a linguagem própria da Matemática, vinculam a construção de modelos e resoluções de problemas que tratam da Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística, devendo estas adequar soluções e propostas com argumentação consistente, pois são competências que favorecem o modo de consolidação na formação científica de modo geral no processo de aprendizagem.

Sendo assim, é importante destacar a conceituação referente a Geometria Plana e Espacial conforme o Dicionário Matemático que diz que a “Geometria é a área da Matemática que trabalha com sólidos, superfícies, linhas, pontos ângulos e suas relações”, e que portanto, nesse contexto, a “Geometria Plana é o das representações em superfícies planas, sem espessuras e que a Geometria Espacial se encarrega pelo estudo dos sólidos e formas tridimensionais. ” (DOCERO, 2019, online).

2.2 A Engenharia Didática: uma metodologia de pesquisa

A Engenharia Didática, nascida na França, na década de 60, foi preliminarmente caracterizada como um modo de concretizar os ideais e as conjecturas de investigação da escola da Didática da Matemática Francesa. Os estudiosos do Instituto de Investigação do Ensino da Matemática (IREM) fomentavam a elaboração de recursos e meios para refinar o trabalho em sala de aula, onde seguidamente evoluiu para a estruturação em um molde teórico mais abrangente, de modo a viabilizar a concepção das realizações de aprendizagem, bem como servir de referencial metodológico para consecutiva análise. (POMMER, 2013).

Conforme Machado (1999), fundamentado nos estudos de Artigue (1988) e Douady (1990), a noção de Engenharia Didática, construída pela Didática da Matemática, consta de dupla função: podendo ser distinguida tanto como uma metodologia de pesquisa, (resultante de

uma análise *a priori*), como uma elaboração para o ensino de determinado conteúdo, ou seja, uma sequência de aula (s), concebida (s), organizada (s) e articulada (s), de forma coesa.

Acerca à conceituação da Didática da Matemática, Douady (1985) define a Didática da Matemática como a “área da ciência que estuda o processo de transmissão e aquisição de diferentes conteúdos no ensino básico e universitário, propondo-se a descrever e explicar os fenômenos relativos ao ensino e a aprendizagem específica da Matemática.”

Nesse contexto, Filho (2012) caracteriza o termo Engenharia Didática à similaridade ao trabalho de um engenheiro, nesse contexto de ensino, um educador (ou um pesquisador em didática), que estrutura um projeto de ensino (ou de pesquisa) para ser desenvolvido no contexto do ambiente de ensino.

Ainda em um estudo de Machado (1999) apud Artigue (1996), a noção de Engenharia Didática despontou na Didática da Matemática, conforme influência francesa, no início da década de 80, com o intuito de salientar uma forma de trabalho didático. Com isso, a Engenharia Didática tem um modo estruturado de ordenar os mecanismos metodológicos da pesquisa, atentando desde a dimensão teórica até a dimensão experimental.

Machado (1999) apud Artigue (1996, p.193) descreve:

[...] comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto, se apoia nos conhecimentos científicos do seu domínio, aceita submeter-se a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, se encontra obrigado a trabalhar sobre objetos muito mais complexos do que os objetos depurados da ciência, e, portanto, a estudar de uma forma prática, com todos os meios ao seu alcance, problemas de que a ciência não quer ou ainda não é capaz de se encarregar.

Segundo Artigue (1996), a Engenharia Didática “é um processo empírico que objetiva conceber, realizar, observar e analisar as situações didáticas”. Com isso, a autora considera que a Engenharia Didática compreende dupla função, a qual pode ser englobada como uma produção para o ensino tanto como uma metodologia de pesquisa qualitativa.

Sendo assim, Almouloud (2008) descreve a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, onde esta se caracteriza, a princípio, como uma estrutura experimental baseada em “procedimentos didáticos” em sala de aula, isto é, uma estrutura de concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino. Configura-se do mesmo modo como pesquisa experimental pelo registro em que se situa o modo de autenticação que lhe são associados, sendo: a comparação entre análise *a priori* (determina as variáveis a serem pesquisadas e define se uma situação pode ou não ser adidática) e análise *a posteriori* (realizada a validação das hipóteses da pesquisa).

O autor confirma que a Engenharia Didática pode ser aplicada em pesquisas que exercitam os processos de ensino e aprendizagem de um dado conceito e de modo específico, no que concerne a produção de gêneses artificiais para um dado conceito. Esse tipo de pesquisa diverge daquelas que são transversais aos assuntos, mesmo que sua estrutura seja o ensino de certo objeto matemático (um saber ou um saber-fazer).

Nessa perspectiva, Brousseau (2008) sintetiza a Engenharia Didática como um arquétipo de metodologia de cunho qualitativo que abrange a pesquisa no campo da Matemática, como também prevalece como grande utilidade na elaboração de situações didáticas que representam um panorama de aprendizagem significativo no ambiente de ensino.

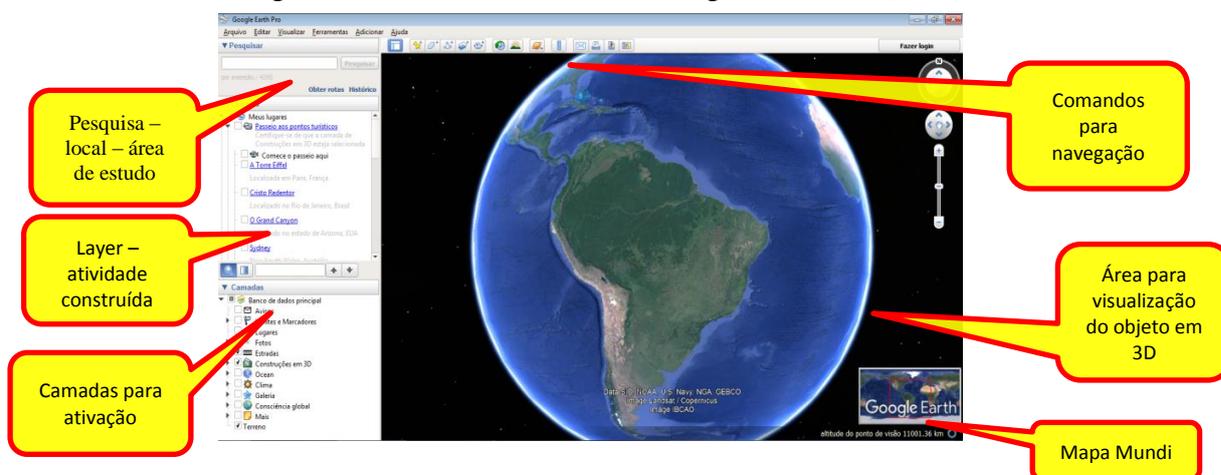
2.3 Breve histórico sobre *Google Earth* (GE)

Google Earth (GE) é um programa de computador desenvolvido e distribuído pela empresa *Google*, cuja função é apresentar um modelito tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, como imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e pelo Sistema de Informação Geográfica (GIS) em modelo 3D. (GOOGLE, 2007).

Conforme informações extraídas da Google (2007), anteriormente o programa era conhecido como *Earth Viewer*, desde 2004 tornou-se *Google Earth* que foi então desenvolvido pela *Keyhole, Inc*, uma companhia adquirida pelo *Google* em 2004. O produto, consolidado de *Google Earth* em 2005, está disponível para uso em computadores pessoais rodando *Microsoft Windows* 2000, XP, Vista, 7, *Windows* 8 e 8.1 *Mac OS X* 10.3.9 e superiores, e *Linux* (lançado em 12 de Junho de 2006).

O programa está disponível em duas diferentes licenças: *Google Earth*, a versão grátis, mas com funções limitadas; e o *Google Earth Pro* (Gratuito), que se destina a uso comercial (GOOGLE, 2007).

Figura 1: Interface do software Google Earth Pro (GEP)



Fonte: adaptado pelo autor. Acesso: <https://www.google.com.br/earth/> 2019.

Conforme descreve Brito (2017), os recursos e ferramentas disponíveis no GEP que viabilizam as diversas aplicações no ensino da Matemática são destacados por: imagens 3D; imagens históricas (nesse sentido podendo ser trabalhada a interdisciplinaridade); ferramenta para construção de polígonos; régua que mede distância, ângulo, cálculos de áreas, perímetros e medidas em azimute (muito utilizado na área da topografia); indicadores de coordenadas e altitude; assim como camadas de informações compostas de arruamento ou estradas; parques; reservas ecológicas (podendo trabalhar temas transversais como Meio Ambiente); como também a navegação entre os planetas Lua, Marte e visitar a galáxia tudo a disposição da tela do computador.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Confere a execução acerca da proposta desse trabalho as técnicas e procedimentos operacionais do estudo da metodologia do trabalho científico que se utilizam para a aplicação da pesquisa e sua respectiva análise qualitativa e quantitativa, nesse sentido as entrevistas não-diretivas, a observação e o questionário. (SEVERINO, 2013).

Nas entrevistas *não-diretivas* as informações foram colhidas a partir do discurso livre do público alvo desta pesquisa, onde as informações foram descritas em um “diário de campo” mediante a escuta atenta do entrevistador por meio de um diálogo descontraído com representações expressivas dos sujeitos desse referido estudo.

Outra técnica de pesquisa utilizada para validação dessa investigação foi inferida pela *observação*, esta se constitui como um procedimento averiguador planejado e controlado. Nesse estudo tal técnica permitiu captar as perspectivas dos sujeitos investigados, assim como promoveu a descoberta sobre novos aspectos do problema da pesquisa. (LUDWIG, 2009).

Ainda para este trabalho de pesquisa foi aplicado um *questionário* como outro instrumento de análise qualitativa, este consistiu em um conjunto de questões que foram sistematicamente articulados para a destinação e o levantamento de informações escritas por parte do público alvo. O questionário contribuiu como importante recurso de investigação, tendo em vista que o informante designou fonte de dados competentes e relevantes para os resultados obtidos. (SEVERINO, 2013; LUDWIG, 2009).

E como metodologia estrutural de pesquisa, com o fundamento de análise foi utilizada a Engenharia Didática, assim descrita por Artigue (1996), onde esta compreende quatro fases, que articularam a aplicação e a justificativa da pesquisa, valendo ressaltar: fase preliminar, fase da análise *a priori*, experimentação, análise *a posteriori* e validação.

3.1 Execução da atividade conforme estrutura do método da Engenharia Didática

3.1.1 Fase Preliminar

A fase preliminar é o momento da seleção do que será abordado sobre os estudos prévios realizados, por meio de uma investigação epistemológica, a fim de identificar a maneira que determinado conteúdo possibilita impactar na realidade do ensino com a mediação tecnológica.

3.1.1.1 Pesquisa sobre o conteúdo ministrado

Nesse sentido, os conteúdos que contemplaram essa primeira fase compuseram: História da Matemática, Triângulo equilátero, Mediana e Bissetriz, Teorema de Pitágoras, Cálculo de área do Triângulo e Distância.

3.1.2 Análise a Priori

A segunda fase, *a priori*, compreendida pelas variações que as relações entre o objeto de estudo e os alunos configuram em intencionalidade e com a expectativa do professor. Em seguida, foi realizada a construção das próximas etapas e, conseqüentemente, a aplicação da sequência didática subsidiada por propostas de aula expositiva, exercícios e atividades.

3.1.2.1 Público alvo da pesquisa e aplicação

As atividades foram realizadas com 13 alunos do ensino médio/integrado com faixa etária entre 17 a 19 anos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas do *Campus* Manaus – Centro (IFAM – CMC), no laboratório de informática, com duração de 02 (duas) horas, dividida em 07 (sete) etapas.

A primeira etapa consistiu em uma aula expositiva dos conteúdos acima mencionados com auxílio do quadro branco e pincel. Na segunda etapa abrangeu a apresentação do *software* GEP e sua disponibilização para o uso de computadores e aplicativo para celular, suas funcionalidades e comandos assim como o modelo tridimensional e explanação sobre a criação do software com breve histórico.

3.1.3 Experimentação

Convém justamente nessa terceira fase da Engenharia Didática a execução prática da experimentação, na qual se apoia a aplicação da sequência didática, em conjunto com os exercícios selecionados para o processo de ensino e aprendizagem conforme articulação.

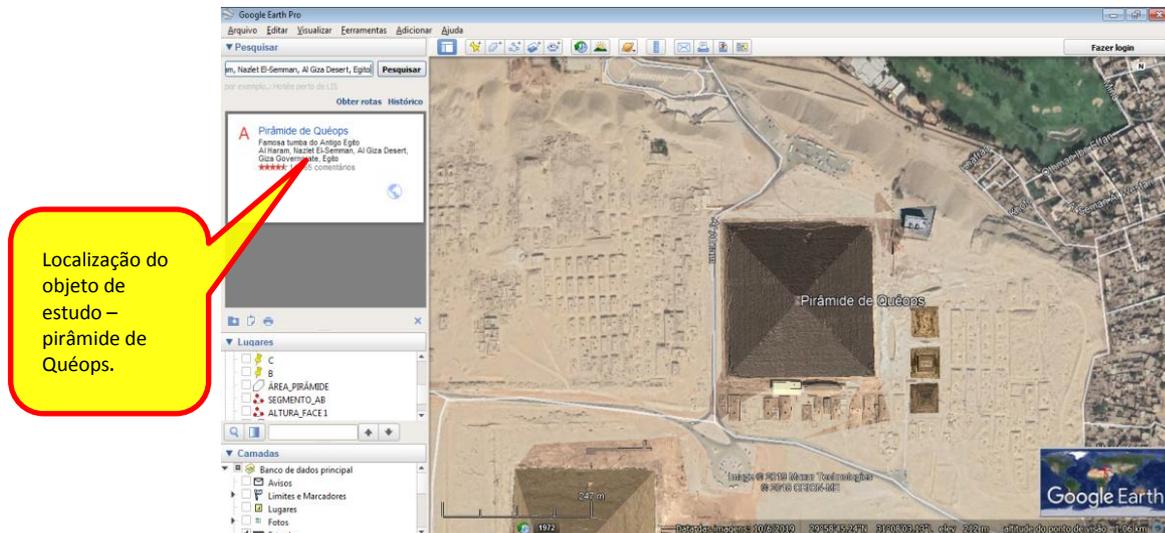
3.1.3.1 Atuação prática com o software (GEP)

A terceira etapa constou da atividade com a “Grande Pirâmide do Egito” ou a Pirâmide de Quéops, que foi localizada e visualizada na área de trabalho principal do *software* onde foi trabalhada a interdisciplinaridade relacionando a história, a relevância da antiga civilização, nesse caso o Egito e sua contribuição para a Matemática, assim como as curiosidades relacionadas à pirâmide. (Figura 2)

Nessa fase se situa a etapa que permite a execução dos conceitos das Situações Didáticas que são consideradas pertinentes, por conceder a participação efetiva dos alunos como principais sujeitos na construção do conhecimento no processo de aprendizagem.

A quarta etapa compreendeu um trabalho de nível mais prático com *software* GEP, onde os alunos foram orientados de acordo com o direcionamento do mediador a inserirem os pontos (A, B, C e D) com o comando “régua” vértices em toda a área da pirâmide (Figura 3), assim como criação do polígono da área total do objeto de estudo (pirâmide), a medição da aresta da base de uma face, segmento \overline{AB} (comprimento) e visualização da direção do vetor em graus (Azimute de distância). (Figura 4)

Figura 2: Pirâmide de Quéops – objeto de estudo



Fonte: adaptado pelo autor. Acesso: <https://www.google.com.br/earth/> 2019.

Figura 3: Pontos dos vértices e polígono quadrado do objeto de estudo



Fonte: adaptado pelo autor. Acesso: <https://www.google.com.br/earth/> 2019.

Figura 4: Comprimento do segmento de reta \overline{AB} e direção do vetor em graus.

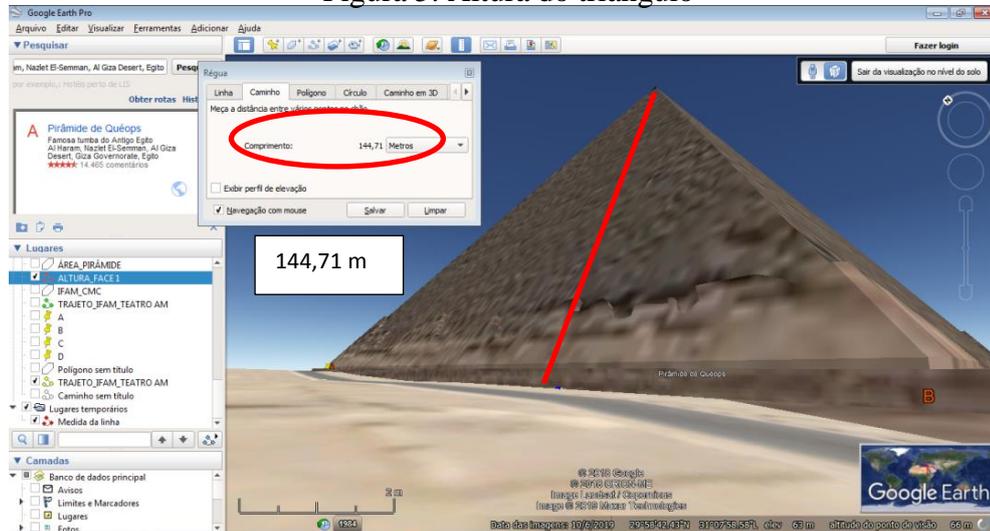


Fonte: adaptado pelo autor. Acesso: <https://www.google.com.br/earth/> 2019.

Em seguida os alunos foram orientados a medirem com o comando “régua” a altura de uma face do triângulo (nesse caso podemos trabalhar a mediana e bissetriz) onde foi argumentado sobre o perpendicularismo.

Na quinta etapa foi trabalhado o Teorema de Pitágoras ($a^2 + b^2 = c^2$), nesse momento os alunos foram orientados a descobrirem os valores do cateto adjacente e hipotenusa para então resolverem o cálculo do cateto oposto (conforme já haviam estudado em sala de aula). Após a medição do segmento \overline{AB} os alunos traçaram a medida da altura do triângulo. (Figura 5)

Figura 5: Altura do triângulo



Fonte: adaptado pelo autor. Acesso: <https://www.google.com.br/earth/> 2019.

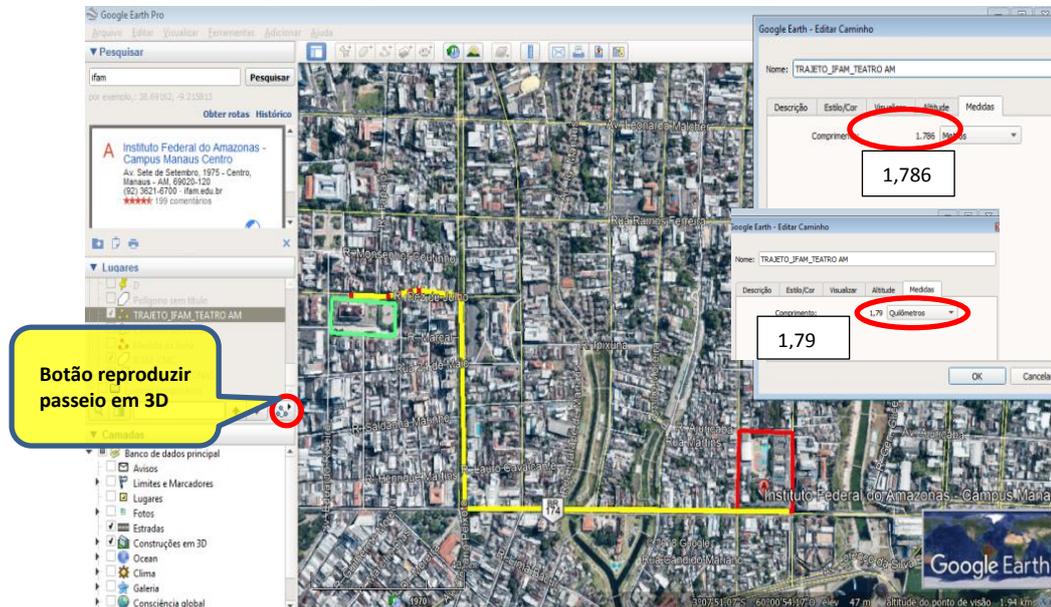
É na sexta etapa da atividade proposta, os alunos foram orientados a construir suas próprias ilustrações com base no cálculo de área do triângulo das mensurações que eles conseguiram desenvolver no *software*.

$$A = \frac{bxh}{2} \quad (4) \quad (\text{ lados do triângulo})$$

Onde “A” a área que se pede, “b” corresponde o comprimento do segmento \overline{AB} que os alunos já haviam mensurado e “h” a altura.

A sétima etapa da atividade constituiu-se na construção do trajeto (em amarelo) da distância do IFAM-CMC até o Teatro Amazonas, onde os alunos puderam acionar o comando “arruamento” traçaram a linha de percurso até o local indicado, mensuram a distância em metros e quilômetros e de acordo com o recurso do *software* GEP, assim como puderam também reproduzir o passeio (trajeto percorrido) em 3D. (Figura 6 e 7)

Figura 6: Trajeto do percurso (distância) IFAM-CMC ao Teatro Amazonas



Fonte: adaptado pelo autor. Acesso: <https://www.google.com.br/earth/> 2019.

Figura 7: Imagem aproximada do trajeto do percurso da figura 6



Fonte: adaptado pelo autor. Acesso: <https://www.google.com.br/earth/> 2019.

3.1.4 Análise a posteriori e validação

O momento da situação didática final, a proposta realizada no processo como fase da *análise a posteriori e validação*, consiste na abordagem dos aspectos positivos e negativos durante o percurso, prescreve sobre o alcance ou não dos objetivos propostos pela pesquisa. Além disso, corrobora com a verificação da funcionalidade e da flexibilização do mecanismo utilizado.

3.1.4.1 Legitimação da pesquisa

Nesta fase analisa-se a produção dos alunos, as observações realizadas em relação ao comportamento deles durante o desenvolvimento da sequência didática e todos os dados construídos no decorrer da experimentação.

Diante disso, para essa fase os alunos preencheram um questionário que validou a experiência por eles vivenciada e serviu de embasamento para os resultados da pesquisa como forma de legitimação dessa última fase.

4. RESULTADOS DA PESQUISA

Para a consistência dos resultados, foi elaborado um questionário com quatro perguntas que abrangia:

- 1) Conhecimento prévio sobre o conteúdo abordado;
- 2) Contato com o GEP;
- 3) Opinião sobre o GEP e
- 4) Recomendação da ferramenta como auxílio em outros conteúdos matemáticos.

Após aplicação do questionário juntamente com a compilação dos dados e a projeção das respostas concernentes às afirmações dos alunos, foram elaborados gráficos para melhor compreensão e análise no que se refere essencialmente à fase da validação, dentro da proposta da metodologia utilizada neste trabalho (Engenharia Didática).

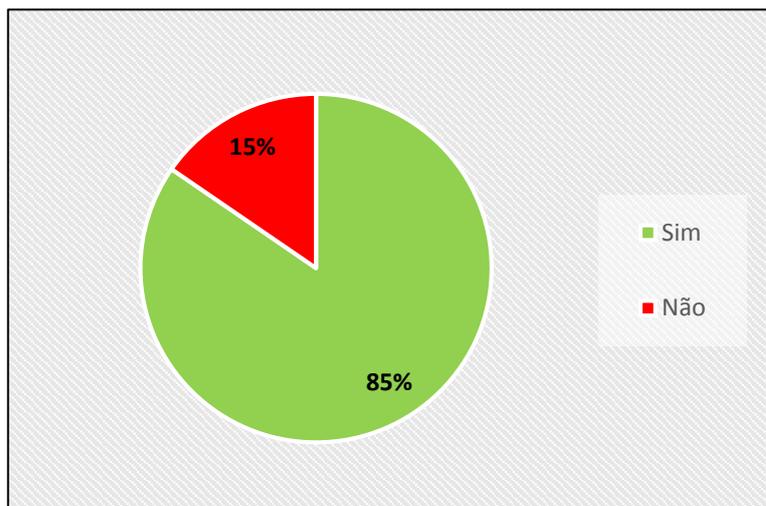


Gráfico 1: Conhecimento sobre o conteúdo abordado

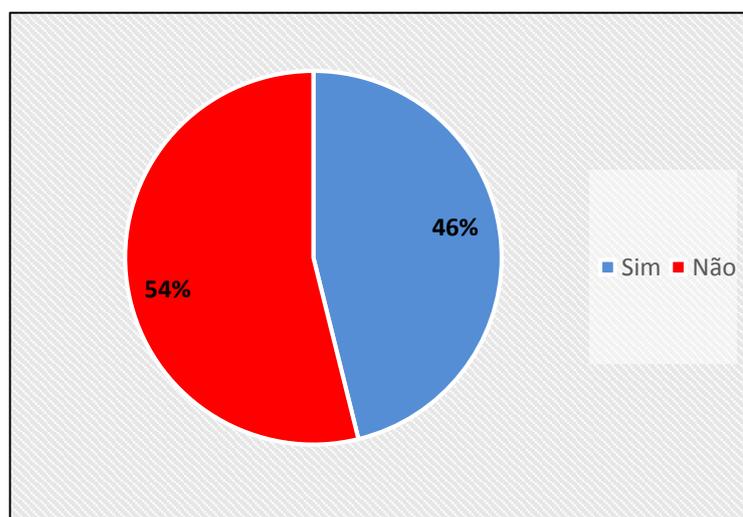


Gráfico 2: Contato com o *software*

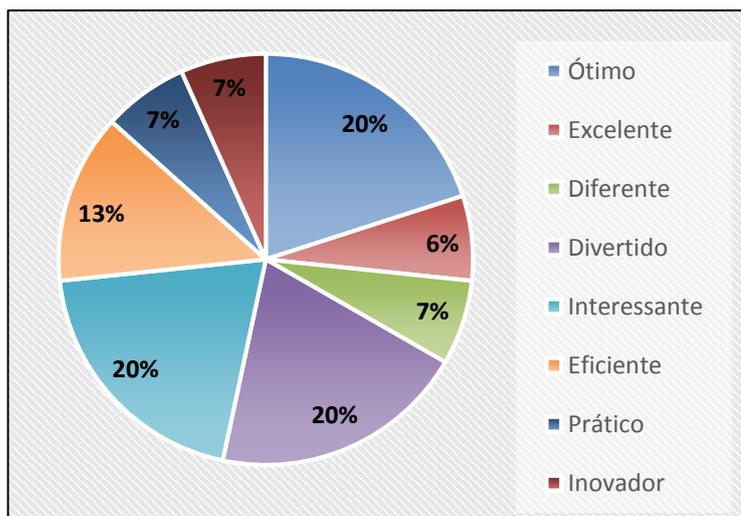


Gráfico 3: Opiniões sobre o *software*

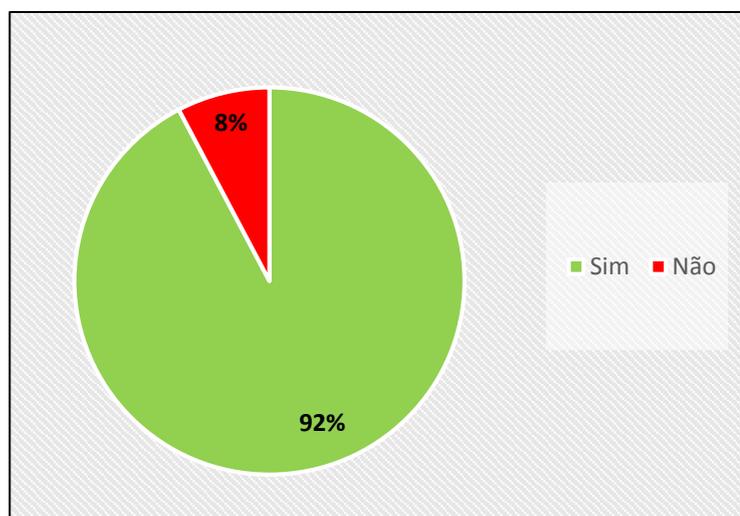


Gráfico 4: Recomendações sobre o uso do GEP

Partindo das análises dos gráficos, compreendemos que houve êxito e aceitação por parte do público alvo em estudo (alunos) na utilização do *software* como ferramenta no auxílio do ensino dos conteúdos matemáticos. Uma vez que a proposta da pesquisa é associar ou mesmo promover a fusão de aulas expositivas com aulas tecnológicas, não substituindo uma pela outra, mas associando o método tradicional de ensino que condiciona essencialidade no ensino de Matemática e o tecnológico que atribui prerrogativas na atualidade global, estas com objetivos comuns: o ensino.

Além da interatividade e entusiasmo dos alunos conforme observado durante a execução das atividades, os mesmos em sua maioria (conforme o questionário) não tinham tido o contato com o *software* em conteúdos matemáticos, pois mesmo sendo um programa gratuito, sua utilização como ferramenta no ensino da Matemática ainda é bastante modesta e pouco difundida entre o meio acadêmico, sendo este bem mais expandido e explorado no campo do ensino da Geografia e História.

É relevante salientar que apesar desse primeiro contato ter ocorrido em uma única proposta, a aceitação do *software* foi positiva quanto ao conteúdo estudado e suas inteirações no que tange a apropriação de outros domínios de conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pais (2001) esboça que no campo didático, a teoria e a experiência necessitam serem consideradas instâncias complementares da aprendizagem, circunstância que abarca a hipótese dessa pesquisa, onde convém associar o modelo tradicional de ensino com a perspectiva e abrangência do modelo de ensino construtivista, aliados às tecnologias e suas funcionalidades.

Sendo assim, a utilização das metodologias ativas na instrução de alternância de paradigmas do ensino com a tecnologia em concordância com o que preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em conjunto com as prerrogativas desse trabalho, a predita pesquisa possibilitou o processo positivo de investigação na relação do abstracionismo matemático com a experiência da vida real no olhar dos sujeitos da pesquisa, de modo que expressaram em representatividade, argumentação e comunicação em relação ao conteúdo ministrado.

Entretanto, a técnica da Engenharia Didática, ao interligar o aspecto metodológico e científico com a prática pedagógica concerniu ao que se insere na defesa desse pressuposto.

Diante desta posição, toda racionalização deve ser apreciada de uma verificação experimental e, semelhantemente, toda experiência deve ser submetida a um exame racional.

Assim sendo, as concepções da Engenharia Didática foram consideradas altamente contributivas em associação com o que recomenda a BNCC, viabilizando novos meios de aproximação e relação em todas as perspectivas abordadas. Ademais, como intermédio à efetivação da proposta, os conceitos das Situações Didáticas validam com a elaboração da sequência didática constituída nas atividades pertinentes à valorização do ensino da Matemática de forma mais interativa e contemporânea partindo da predisposição acessíveis das mediações tecnológicas.

Ainda sob este panorama, a Engenharia Didática também foi considerada como favorável por ser considerada uma metodologia que consolida a execução da pesquisa, ou seja, concomitantemente que os docentes dispõem a possibilidade de efetuar seus métodos na prática de ensino de acordo com o que deve ser ensinado.

Em se tratando do uso da tecnologia no ensino, a disposição de tal ferramenta se fundamenta como necessária e viável em um tempo propriamente dito como tecnológico, com alunos que vivem em seu tempo e espaço. Tendo em vista a ampla atuação do *software Google Earth Pro* (GEP), ter maior difusão no uso do ensino de Geografia e História, no ensino da Matemática pode ser bastante aplicado e amplamente transmitido como ferramenta de aprendizagem.

Assim sendo, atenuar o que foi proposto na pesquisa com sua relevância no ensino da Matemática, em suma, predispõe da interligação desde as primeiras concepções, formatando todas as suas fases para o subsídio da validação de toda a pesquisa e sua efetivação na consolidação dos objetivos propostos deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, Saddo Ag. **Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos. REVEMAT**: Grupo de trabalho 19 da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (Brasil), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - SC, ano 2008, v.3.6, n. 62-77, 22 março de 2008. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br> >. Acesso em: 3 novembro de 2019.
- ARTIGUE, M. Engenharia Didática”, In: **Didática das Matemáticas**. Brun, J. (Org.). Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular nº Ato 2015-2018, de 11 de maio de 2018. Documento normativo. **Base Nacional Comum Curricular: Matemática e suas Tecnologias**, Brasília - DF, 11 maio 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>> Acesso em: 20 outubro de 2019.
- BRITO, Fernando Valério Ferreira de. **Atividades Matemáticas no Google Earth: geometria & medidas**. 1. ed. Salvador: Ase editorial, 2017. 62 p.
- BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.
- DOCERO. **Dicionário de Matemática**. Arquivo online. Publicado em 2019-02-22/14:02:33. Disponível em: < <https://docero.com.br/doc/81v1cn>> Acesso em: 10 setembro de 2020.
- DOUADY, R. **Didactique des Mathématiques**. Encyclopedia Universalis, 1985, p.885-889.
- FILHO, Maurício A. Saraiva de Matos. **Engenharia Didática**. Revista Eletrônica Estácio, Recife - PE, 10 maio 2012. Disponível em: [https://periodicos.ufsc.br > index.php](https://periodicos.ufsc.br/index.php). Acesso em: 9 novembro de 2019.
- GOOGLE, Earth. **Histórico**. Estados Unidos: Google, 5 ago. 2007. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: 20 outubro de 2019.

LUDWIG, A. C. Will. **Fundamentos e Prática de Metodologia Científica**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009. 124 p. ISBN 978-85-326-3752-9.

MACHADO, S. **Engenharia Didática**”. In: **Educação Matemática** – uma introdução. Machado, S. (Org.). São Paulo: Educ, 1999.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática; uma análise da influência francesa**”, 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

POMMER, Wagner Marcelo. **A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares**. [S. l.]: Tabs, 2013. 72 p. ISBN 978-85-914891-1-4.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, janeiro de 2013. p. 303 ISBN 978-85-249-1311-2.