



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E HUMANIDADES



EDEM CORDEIRO DE AGUIAR

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MOVIMENTO OBLÍQUO
UTILIZANDO O *SOFTWARE* GEOGEBRA: UMA EXPERIÊNCIA APOIADA NA
TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS**

Humaitá – AM

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E HUMANIDADES



EDEM CORDEIRO DE AGUIAR

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MOVIMENTO OBLÍQUO
UTILIZANDO O SOFTWARE GEOGEBRA: UMA EXPERIÊNCIA APOIADA NA
TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades sob orientação da Profa. Dra. Elizabeth Tavares Pimentel.

Linha de Pesquisa 2: Ensino das Ciências Exatas e Naturais.

Humaitá - AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A282s Aguiar, Edem Cordeiro de
Sequência didática para o ensino do movimento oblíquo utilizando o software GeoGebra: uma experiência apoiada na Teoria das Situações Didáticas / Edem Cordeiro de Aguiar. - 2025.
129 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Elizabeth Tavares Pimentel.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades, Humaitá (Amazonas), 2025.

1. Aprendizagem de Física. 2. Ferramenta Digital. 3. Teoria das Situações Didáticas. 4. Engenharia Didática. I. Pimentel, Elizabeth Tavares. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades. III. Título

EDEM CORDEIRO DE AGUIAR

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MOVIMENTO OBLÍQUO UTILIZANDO O SOFTWARE GEOGEBRA: UMA EXPERIÊNCIA APOIADA NA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

Defesa apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades (PPGECH), do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal do Amazonas (IEAA/UFAM), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em de Ciências e Humanidades.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Elizabeth Tavares Pimentel – Orientadora
Universidade Federal do Amazonas – PPGECH/UFAM

Profa. Dra. Marli Duffles Donato Moreira – Membro Externo
Universidade Federal de Viçosa – PPGECHM/UFV

Profa. Dr. Marcos André Braz Vaz – Membro Interno
Universidade Federal de Santa Catarina – PPGECH/ UFSC

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Epaminondas Corrêa de Aguiar e Maria Auxiliadora Leão Cordeiro, pelo grandioso apoio aos meus estudos, além de serem minhas referências de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por Sua presença em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Epaminondas Corrêa de Aguiar e Maria Auxiliadora Leão Cordeiro.

A todos os meus irmãos.

A todos aos meus colegas e amigos(as), por estarem presentes, direta ou indiretamente, e por contribuírem significativamente para os meus estudos, especialmente Bárbara Benedita Mendes Brito, Emivan da Costa Maia e Genilson Campos Castro de Oliveira.

À minha orientadora, Profa. Dra. Elizabeth Tavares Pimentel, pela paciência, por sempre me instigar à autonomia de ideias e por compartilhar seus conhecimentos.

Aos membros da Banca Avaliadora, a saber: minha orientadora, Profa. Dra. Elizabeth Tavares Pimentel; Profa. Dra. Marli Duffles Donato Moreira; Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz; Profa. Dra. Mônica Dias de Araújo; Profa. Dra. Elisa da Conceição José Maria, e Profa. Dra. Elrismar Auxiliadora Gomes Oliveira.

Aos professores, colegas e técnicos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades, especialmente aos docentes que ministraram as disciplinas que cursei. Expresso também meus agradecimentos à turma de 2023.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades, ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente e a Universidade Federal do Amazonas.

Ao aporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

AGUIAR, Edem Cordeiro de. **Sequência didática para o ensino do movimento oblíquo utilizando o software GeoGebra: uma experiência apoiada na Teoria das Situações Didáticas**. 2025. 129f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) – Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências e Humanidades, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá/AM.

RESUMO

Nesta pesquisa, realizou-se um estudo sobre a construção de uma sequência didática utilizando o *software* GeoGebra, com base na Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau, voltada ao aprendizado de Física. Com o avanço da tecnologia digital, os computadores tornaram-se grandes aliados no campo educacional, especialmente por meio de *softwares* educacionais. No entanto, ainda são poucos os estudos que utilizam o GeoGebra no ensino de Física. Além disso, persiste certa resistência por parte de alguns professores em adotar recursos tecnológicos digitais em suas metodologias. Dessa forma, o objetivo foi analisar as contribuições da sequência didática para o processo de aprendizagem do conteúdo Lançamento Oblíquo, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação de Humaitá, Amazonas. O lócus da pesquisa foi uma escola pública estadual da cidade de Humaitá, com a participação de três estudantes. Trata-se de uma pesquisa-ação, de abordagem qualitativa, que utilizou como procedimento metodológico as quatro fases da Engenharia Didática, conforme descritas por Michèle Artigue. Foi realizada uma revisão bibliográfica nos bancos de dados do Portal de Periódicos da CAPES e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, com recorte temporal de 2014 a 2023. Também ocorreram três encontros de cinquenta minutos, nos quais foram desenvolvidas a sequência didática, suas estratégias e o mapeamento de possíveis dificuldades. Em seguida, os estudantes aplicaram a sequência, com mediação do pesquisador. As análises ocorreram em dois momentos: no primeiro, foram validadas as observações e anotações do pesquisador; no segundo, foram examinadas as produções dos estudantes no GeoGebra, com base na Teoria das Situações Didáticas e na Engenharia Didática. Os resultados da revisão evidenciaram a escassez de trabalhos que exploram o uso do GeoGebra no ensino de Física, bem como lacunas no tratamento do conteúdo de Lançamento Oblíquo. Por outro lado, observou-se que todos os estudos analisados incluíram a relação entre Física e Matemática. Quanto ao referencial teórico, a presença de Brousseau e Artigue foi limitada, indicando sua pouca inserção no ensino de Física. Em relação aos níveis de ensino, predominam as aplicações no Ensino Médio. Geograficamente, a região Norte apresentou baixa representatividade nas pesquisas. Apesar do número reduzido de trabalhos que utilizam tecnologias digitais na Física, os que as empregaram obtiveram resultados positivos, destacando-se o uso do GeoGebra como facilitador da compreensão de conceitos complexos. Na atividade proposta da Sequência Didática sobre Lançamento Oblíquo, os estudantes vivenciaram as quatro fases da Teoria das Situações Didáticas. Na primeira, a situação didática de ação ocorreu com o uso experimental do computador. Na segunda, a formulação foi evidenciada pela elaboração de ilustrações organizadas pelos estudantes. Na terceira fase, de validação, os conceitos foram abordados para fundamentar teoricamente as produções, tanto por meio das ilustrações quanto pelas respostas às questões propostas. O bom desempenho possibilitou a última fase, a institucionalização, validando os resultados e confirmando a eficácia da Teoria das Situações Didáticas, da Engenharia Didática e do GeoGebra como ferramentas teóricas e pedagógicas. Conclui-se que foi criada uma ferramenta eficaz para o estudo do Lançamento Oblíquo.

Palavras-chave: Aprendizagem de Física; Ferramenta Digital; Teoria das Situações Didáticas; Engenharia Didática.

AGUIAR, Edem Cordeiro de. **Teaching sequence for teaching oblique motion using GeoGebra software: an experiment based on the Theory of Didactic Situations**. 2025. 129f. Dissertation (Master's in Science and Humanities Teaching) – Post Graduation Program in Science and Humanities Teaching, Federal University of Amazonas, Humaitá/AM.

ABSTRACT

In this research, a study was conducted on the construction of a Didactic Sequence using GeoGebra software, based on Guy Brousseau's Theory of Didactic Situations, focused on learning Physics. With the advancement of digital technology, computers have become great allies in the field of education, especially through educational software. However, there are still few studies that use GeoGebra in the teaching of Physics. In addition, there is still some resistance on the part of some teachers to adopt digital technological resources in their methodologies. Thus, the objective was to analyze the contributions of the teaching sequence to the learning process of the Oblique Launch content with 1st-year high school students from the State Education Network of Humaitá, Amazonas. The locus of the research was a public state school in the city of Humaitá, with the participation of three students. This is an action research study with a qualitative approach, which used the four phases of Didactic Engineering, as described by Michèle Artigue, as its methodological procedure. A literature review was conducted in the databases of the CAPES Journal Portal and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations, covering the period from 2014 to 2023. There were also three 50-minute meetings, during which the teaching sequence, its strategies, and the mapping of possible difficulties were developed. Next, the students applied the sequence, with the researcher acting as a mediator. The analyses took place in two stages: in the first, the researcher's observations and notes were validated; in the second, the students' work in GeoGebra was examined, based on the Theory of Didactic Situations and Didactic Engineering. The results of the review showed a scarcity of studies exploring the use of GeoGebra in the teaching of Physics as well as gaps in the treatment of oblique launch content. On the other hand, it was observed that all the analyzed studies included the relationship between Physics and Mathematics. Regarding the theoretical framework, the presence of Brousseau and Artigue was limited, indicating their limited inclusion in the teaching of Physics. In terms of educational levels, applications in high school predominate. Geographically, the northern region was underrepresented in the research. Despite the small number of studies that use digital technologies in the teaching of Physics, those that did so obtained positive results, with the use of GeoGebra as a facilitator for understanding complex concepts standing out. In the proposed activity of the Didactic Sequence on Oblique Launch, students experienced the four phases of the Theory of Didactic Situations. In the first phase, the didactic situation of action occurred with the experimental use of the computer. In the second phase, the formulation was evidenced by the creation of illustrations organized by the students. In the third phase, validation, the concepts were addressed to theoretically ground the productions, both through the illustrations and the answers to the proposed questions. The good performance enabled the last phase, institutionalization, validating the results and confirming the effectiveness of the Theory of Didactic Situations, Didactic Engineering, and GeoGebra as theoretical and pedagogical tools. It is concluded that an effective tool for the study of Oblique Projection was created.

Keywords: Physics Learning; Digital Tool; Didactic Situation Theory; Didactic Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema ou Triângulo didático de Brousseau.....	19
Figura 2 - Caminho teórico-metodológico que antecede as fases da TSD.....	23
Figura 3 - Fases da Teoria das Situações Didáticas.....	25
Figura 4 - Fases da Engenharia Didática.....	28
Figura 5 - Ícone do SG na área de trabalho do computador.....	33
Figura 6 - Interface do <i>Software</i> GeoGebra.....	34
Figura 7 - Barra de ferramentas do <i>Software</i> GeoGebra com 11 janelas.....	35
Figura 8 - Representação da ilustração da trajetória de um projétil (bola).....	38
Figura 9 - A bola realizando uma trajetória.....	85
Figura 10 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 1, dos participantes P1, P2 e P3	95
Figura 11 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 2, dos participantes P1, P2 e P3	97
Figura 12 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 3, dos participantes P1, P2 e P3.....	100
Figura 13 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 1, dos participantes P1, P2 e P3	102
Figura 14 - Protocolos de resoluções das perguntas dos participantes P1, P2 e P3	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos selecionados.....	51
Quadro 2 - Problema investigado dos artigos selecionados.....	53
Quadro 3 - Conteúdo dos artigos selecionados.....	54
Quadro 4 - Componente curricular dos artigos selecionados.....	55
Quadro 5 - Referencial teórico dos artigos selecionados.....	55
Quadro 6 - Nível de ensino dos artigos selecionados.....	56
Quadro 7 - Região do Brasil dos artigos selecionados.....	57
Quadro 8 - Artigos selecionados <i>a priori</i>	64
Quadro 9 - Componente curricular dos artigos selecionados.....	65
Quadro 10 - Conteúdo dos artigos selecionados.....	65
Quadro 11 - Nível de ensino dos artigos selecionados.....	66
Quadro 12 - Instrumento tecnológico digital dos artigos selecionados.....	67
Quadro 13 - Teoria utilizada na aplicação dos artigos selecionados.....	67
Quadro 14 - Dissertações selecionadas.....	73
Quadro 15 - Problema investigado das dissertações selecionadas.....	74
Quadro 16 - Conteúdo das dissertações selecionadas.....	75
Quadro 17 - Componente curricular das dissertações selecionadas.....	76
Quadro 18 - Referencial teórico das dissertações selecionadas.....	76
Quadro 19 - Nível de ensino das dissertações selecionadas.....	77
Quadro 20 - Região do Brasil das dissertações selecionadas.....	78
Quadro 21 - Procedimentos para construção da Ilustração 1.....	85
Quadro 22 - Procedimentos para construção da Ilustração 2.....	86
Quadro 23 - Procedimentos para construção da Ilustração 3.....	87
Quadro 24 - Procedimentos para construção da Ilustração 4.....	88

LISTA DE SIGLAS

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

ED - Engenharia Didática

E - Estratégias

ER - Erro

IEAA - Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

LO - Lançamento Oblíquo

PPGECH - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades

PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

SD - Sequência Didática

SG - *Software* GeoGebra

TSD - Teoria das Situações Didáticas

UFAM - Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	Teoria das Situações Didáticas	18
2.2	Engenharia Didática.....	26
2.3	Tecnologia de Informações e Comunicações como recurso pedagógico.....	29
2.4	O <i>Software</i> GeoGebra como instrumento de ensino.....	32
2.5	O ensino do Lançamento Oblíquo na Base Nacional Comum Curricular	37
2.6	O estudo do erro e das barreiras didáticas no processo de aprendizagem	41
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	44
3.1	Lócus e Sujeitos da pesquisa.....	44
3.2	Métodos utilizados na pesquisa	45
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	50
4.1	Análises preliminares	50
4.2	Ensino de Física utilizando o Geogebra.....	51
4.2.1	Primeiro Momento	51
4.2.1.1	<i>Artigos selecionados.....</i>	<i>51</i>
4.2.1.2	<i>Categorização dos artigos selecionados.....</i>	<i>53</i>
4.2.1.2.1	<i>Problema investigado</i>	<i>53</i>
4.2.1.2.2	<i>Conteúdo.....</i>	<i>54</i>
4.2.1.2.3	<i>Componente curricular</i>	<i>55</i>
4.2.1.2.4	<i>Referencial teórico</i>	<i>55</i>
4.2.1.2.5	<i>Nível de ensino.....</i>	<i>56</i>
4.2.1.2.6	<i>Região do Brasil</i>	<i>57</i>
4.2.1.3	<i>Síntese dos artigos.....</i>	<i>57</i>
4.2.1.4	<i>Discussões dos artigos</i>	<i>61</i>
4.2.2	Segundo Momento	63
4.2.2.1	<i>Artigos selecionados.....</i>	<i>63</i>
4.2.2.2	<i>Categorização dos artigos selecionados.....</i>	<i>65</i>
4.2.2.2.1	<i>Componente curricular</i>	<i>65</i>
4.2.2.2.2	<i>Conteúdo.....</i>	<i>65</i>
4.2.2.2.3	<i>Nível de ensino.....</i>	<i>66</i>
4.2.2.2.4	<i>Instrumento tecnológico digital</i>	<i>66</i>

4.2.2.2.5	<i>Teoria utilizada na aplicação</i>	67
4.2.2.3	<i>Síntese e discussões dos artigos</i>	68
4.2.3	Terceiro Momento	72
4.2.3.1	<i>Artigos selecionados</i>	72
4.2.3.2	<i>Categorização das dissertações selecionadas</i>	74
4.2.3.2.1	<i>Problema investigado</i>	74
4.2.3.2.2	<i>Conteúdo</i>	75
4.2.3.2.3	<i>Componente curricular</i>	76
4.2.3.2.4	<i>Referencial teórico</i>	76
4.2.3.2.5	<i>Nível de ensino</i>	77
4.2.3.2.6	<i>Região do Brasil</i>	78
4.2.3.3	<i>Síntese das dissertações</i>	78
4.2.3.4	<i>Discussões das dissertações</i>	82
4.3	Concepção e análises a priori	84
4.3.1	Concepção da atividade e elaboração das perguntas	84
4.3.2	Análises <i>a priori</i> das estratégias e erros	90
4.4	Experimentação e análises a posteriori	94
4.4.1	Experimentação	94
4.4.2	Análises <i>a posteriori</i> dos encontros.....	94
4.4.2.1	<i>Protocolo de resolução da Ilustração 1, dos participantes P1, P2 e P3</i> .	95
4.4.2.2	<i>Protocolo de resolução da Ilustração 2, dos participantes P1, P2 e P3</i> .	97
4.4.2.3	<i>Protocolo de resolução da Ilustração 3, dos participantes P1, P2 e P3</i> .	99
4.4.2.4	<i>Protocolo de resolução da Ilustração 4, dos participantes P1, P2 e P3</i>	102
4.4.2.5	<i>Protocolo de resolução das perguntas, dos participantes P1, P2 e P3</i> .	104
4.4.3	Considerações dos encontros	109
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
	REFERÊNCIAS	115
	APÊNDICE A	123
	APÊNDICE B	127
	ANEXO A	129

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação foi elaborada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades (PPGECH) com o propósito de potencializar o uso da tecnologia digital no ensino de Física.

Diante do tema citado, inicia-se apresentando a Física, considerada uma ciência milenar, responsável pelo estudo dos fenômenos da natureza por meio de suas ferramentas, como a mecânica, termologia, acústica, óptica, eletricidade e física moderna. Segundo Pereira e Araújo (2019), a Física permitiu que o ser humano interpretasse o mundo de maneira conceitual e física, realizando descobertas de grande relevância e contribuindo significativamente para o avanço tecnológico.

Sabendo da potencialidade da Física para o campo científico, apresenta-se uma de suas ramificações vinculadas ao campo da Educação: o Ensino de Física. Segundo Angotti (2015, p. 5), “é um campo instigante de investigação instalado desde o início da década de 70 no Brasil, similarmente a outros países da Europa e América”. Nos últimos anos, o Ensino de Física vem crescendo dentro da pesquisa em ensino, trazendo consigo outros campos de estudos, como as ciências matemáticas, da natureza, aplicadas e tecnológicas.

Por conseguinte, pode-se afirmar que o Ensino de Física veio para somar no campo educacional, isto é, conforme Angotti (2015, p. 5) discorre, “com segurança que atualmente contamos com um acervo considerável de material impresso e digital, de grande relevância para nossa atualização e formação continuada”. Com isso, oferece-se mais opções junto aos métodos de ensino existentes.

O campo educacional no âmbito do Ensino da Física, segundo Soares (2016, p. 82), “permite aos estudantes motivar, realizar e explorar seus pensamentos, criatividade, autonomias, curiosidades, criticidades, linguagens, formulações e resoluções de problemas do dia a dia, transferindo-as para a linguagem física, que faz uso da matemática”. Assim, mostra-se que a Matemática é utilizada diretamente na compreensão da Física, além disso, o grau de contribuição que este mecanismo de ensino promove na vida dos estudantes.

Conforme Bordin (2016), desde a antiguidade o ser humano utiliza a Matemática para organizar a sociedade, com o intuito de melhorar e facilitar sua vivência, sendo ela a ciência que impacta de maneira significativa na construção do conhecimento na área educacional e da pesquisa, pois possui a finalidade de modelar outras ciências. Portanto, compreender a Matemática não é apenas se apropriar de símbolos e números, mas também possuir um conhecimento que auxilia na interpretação de outro campo científico.

Nesse sentido, outra vertente que precisa ser apresentada é o avanço tecnológico. Conforme D'Ambrosio (1986), os meios tecnológicos, bem como os computadores, estão modificando a sociedade contemporânea. Essa modificação vem desde a criação da máquina a vapor, que deu início à Primeira Revolução Industrial, e continua com o surgimento dos computadores, celulares e outros dispositivos.

Além disso, D'Ambrosio (1986) afirma que já possuía a preocupação de consolidar o conhecimento para obter um melhor desenvolvimento na aprendizagem. Desde a década de 70, ele vem estudando o conjunto de formas da Matemática próprias de cada grupo cultural. Como já citado, a Matemática está diretamente ligada à compreensão de outros campos científicos. Assim, dentro desse contexto, percebe-se que há tempos vem-se estudando a tecnologia digital com ênfase nos *softwares* educacionais.

À vista disso, a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018, p. 532) afirma que “atividades investigativas com *softwares* dinâmicos que interrelacionem movimento e posição podem também promover o desenvolvimento dessas ideias, importantes em cartografia e na movimentação diária do cidadão comum”. Com isso, esse dispositivo contribui para o campo educacional, sendo mais uma ferramenta a ser utilizada no ensino e aprendizagem dos estudantes.

A partir dos dizeres descritos nos parágrafos anteriores sobre a ciência natural, Física, e o Ensino, será aprofundada a Mecânica, enfatizando o conteúdo Lançamento Oblíquo, sendo este uma particularidade do movimento oblíquo.

O Lançamento Oblíquo (LO) é descrito, segundo Young e Freedman (2003 *apud* Souza, 2020), como a combinação do Movimento Horizontal com Velocidade Constante e do Movimento Vertical com Aceleração Constante. Além disso, este conteúdo é constituído por meio de conceitos matemáticos, como a Função Quadrática, a Função Afim e conceitos Trigonométricos. Além disso, o LO possui uma vasta aplicação no cotidiano. Por exemplo, ao realizar um chute no futebol, a trajetória que a bola realiza é regida por este conceito da Física.

Feita a transcrição, nos parágrafos anteriores, de alguns conceitos e termos que fundamentaram esta pesquisa, será apresentada uma pequena síntese do relato pessoal do pesquisador, a inquietação, a pergunta orientadora e os objetivos.

Nascido no município de Humaitá, Amazonas, e estudante de escola pública, desde cedo vi os estudos como algo significativo, pois os caminhos e conhecimentos que os estudos ofereciam mostravam ser construtivos para todos os âmbitos da minha vida, mesmo que, naquele momento, minha visão da sociedade ainda fosse bastante limitada. Assim, após concluir o Ensino Médio, realizei a prova de vestibular, na qual fui aprovado, e cursei Ciências:

Matemática e Física na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA).

À vista disso, foi durante a graduação que dei os primeiros passos para realizar esta pesquisa sobre os meios tecnológicos digitais na educação, embora isso não tenha ocorrido de forma direta no meu trabalho de conclusão de curso, pois utilizei o meio digital apenas como instrumento secundário devido a alguns contratemplos, mas essa experiência, juntamente com minha vivência como docente após a formação, serviu como parâmetro para escrever um projeto. Assim, quando surgiu a oportunidade de participar da seleção de mestrado do PPGECH, submeti e defendi essa proposta, em que consegui a aprovação.

A inquietação sobre este estudo foi fundamentada a partir da graduação no período que estava participando como bolsista no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e nas práticas do Estágio Supervisionado; e na minha vivência como professor, sendo que as atividades do PIBID e do Estágio Supervisionado foram realizadas em quatro escolas da rede básica pública estadual de ensino, enquanto minha atuação como professor ocorreu na rede básica municipal particular, em uma única escola. Salienta-se que essas instituições educacionais estão localizadas no município de Humaitá, no estado do Amazonas.

Durante esse percurso, deparei-me com a ausência da utilização de meios tecnológicos digitais nos materiais didáticos da maioria dos professores nas aulas de Matemática e Física, apesar de essas escolas possuírem um laboratório de informática com um número considerável de computadores.

Com isso, de maneira informal, observei que os professores que não utilizavam meios digitais costumavam replicar as seguintes frases: “Prefiro aulas tradicionais, professores novatos querem inventar”; “Não contribui para a aprendizagem”; “É trabalhoso”; “Nas aulas de Matemática e Física, precisa-se apenas do livro, quadro e pincel”; “Não acho necessário incluir em minhas aulas”; “Tenho dificuldades em manuseá-los”; “Nos falta cursos direcionados ao letramento digital e incentivos em utilizá-los”; “Estrutura física inadequada”.

Percebe-se que os motivos são inúmeros para a falta de utilização das ferramentas tecnológicas, desde a parte estrutural, falta de formação, incentivo e resitência no uso. Dos fatores apresentados, o que se destacou pela maioria dos professores foi a resistência no uso de ferramentas digitais. Porém, Silva e Correia(2014) salientam que a falta de estrutura e formação continuada é um fator impactante, mas o professor precisa ter iniciativa e tentar se adaptar a este novo formato de ensino, e o primeiro passo deve ser a aceitação. Com isso, compreenderá que o meio educacional mudou e necessita de professores atualizados para apresentar novas soluções para o seu processo formador.

A tecnologia digital utilizada corretamente pode somar no campo educacional, pois contém diversas ferramentas que podem ser utilizadas nas aulas, e uma delas é o *Software GeoGebra*¹.

Fonseca (2018) salienta que recursos como o GeoGebra oferecem aos estudantes momentos de interação, promovendo um maior interesse, visto que eles passam a se comportar como construtores do seu próprio conhecimento. Com isso, a proposta de integrar o *Software* ao ensino se faz necessário, principalmente nos componentes curriculares de Física e Matemática.

Os componentes curriculares de Matemática e Física, segundo Silva *et al.* (2023), são consideradas disciplinas difíceis de serem compreendidas pelos estudantes, pelo fato de serem tratadas de forma abstrata na maioria das vezes pelos professores em sala de aula. No caso da Física, em especial, os docentes, em suas aulas, trabalham mais a parte das fórmulas, levando os estudantes a decorar sem entender a parte conceitual, geométrica e, conseqüentemente, as aplicações da Física.

Assim foi observado naqueles âmbitos educacionais, nas aulas de Matemática, que a Função Quadrática muitas vezes era apresentada para os estudantes de forma distanciada da realidade, focando-se apenas na aprendizagem das fórmulas, deixando lacunas no conhecimento dos estudantes com relação à parte conceitual, geométrica e sua vasta aplicabilidade. Com isso, optou-se pela Função Quadrática, com ênfase na parte geométrica e a potencialidade que o GeoGebra permite estudá-la, porém, devido a existência de trabalhos equivalentes a esse tema, mudou-se para o conteúdo de Física denominado Lançamento Oblíquo (LO), pois um dos conteúdos que modela o LO é a Função Quadrática.

O LO é um conteúdo de Física estudado, segundo (Brasil, 2018), no 1º ano do Ensino Médio. O conceito de LO está atrelado aos seguintes conteúdos, segundo Almeida (2016, p.2), “funções afins e quadrática, e movimentos uniforme e uniformemente variado. Permite determinar o instante de subida, a altura máxima e o alcance horizontal, conhecendo um ângulo de tiro, a velocidade inicial e a aceleração da gravidade”. Observar-se que o LO, além dos conhecimentos da Física, também depende de conceitos matemáticos, fazendo deste conteúdo muitas das vezes de difícil compreensão por partes do estudantes.

A partir destas citações, lançou-se a seguinte pergunta: *quais são as contribuições da seqüência didática utilizando o Software GeoGebra para a aprendizagem do Lançamento*

¹ É uma ferramenta digital gratuita, constituída por “multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo numa única aplicação” (Instituto GeoGebra, 2014; Richit, 2015; Leão, 2021).

Oblíquo dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá, Amazonas?

Para responder à pergunta da pesquisa, apresentou-se o seguinte objetivo geral: *Analisar as contribuições da sequência didática para o processo de aprendizagem do Lançamento Oblíquo dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá, Amazonas.* Para alcançar este objetivo, elencou-se três objetivos específicos, a saber: *1) Mapear, por meio de revisão da literatura, trabalhos que relacionam o software GeoGebra e o Lançamento Oblíquo; 2) Desenvolver sequência didática no Software GeoGebra para o processo de construção de conhecimentos sobre Lançamento Oblíquo junto aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio; e 3) Validar a sequência didática construída para os processos de ensino e aprendizagem do Lançamento Oblíquo dos estudantes.*

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os principais conceitos que sustentam este estudo, a saber: a Teoria das Situações Didáticas e a Engenharia Didática, que são munidas de ferramentas utilizadas para nortear e analisar a pesquisa. Além disso, nesta seção também se explana as TICs como recurso pedagógico, o SG como instrumento de ensino, e o ensino do LO na BNCC.

2.1 Teoria das Situações Didáticas

As teorias no campo educacional são componentes fundamentais para a construção do conhecimento. Elas são ferramentas de grande importância para as pesquisas, pois auxiliam nas investigações e permitem criar soluções que ajudam a diminuir as lacunas encontradas no meio educacional.

No que concerne ao campo da Educação Matemática, tem-se a Teoria das Situações Didáticas (TSD), descrita pelo educador francês Guy Brousseau (1996, 2008). A TSD fundamenta-se na Teoria Construtivista do biólogo, psicólogo e epistemólogo Jean Piaget. Segundo Almouloud (2019), “o construtivismo de Piaget, alinhado com a noção de equilíbrio, é uma tentativa de organizar, de maneira sistemática e detalhada, os componentes que se desenvolvem através da adaptação”. O processo de equilíbrio se dá pela construção de novos conhecimentos gerados pela desestabilização de conhecimentos anteriores. Além disso, Piaget posicionou-se, segundo Almouloud (2019), em suas teorias psicológicas, colocando a construção cognitiva vinculada aos aspectos biológicos e ambientais.

Entretanto, a TSD é um instrumento científico que, segundo Brousseau (2008, p. 16),

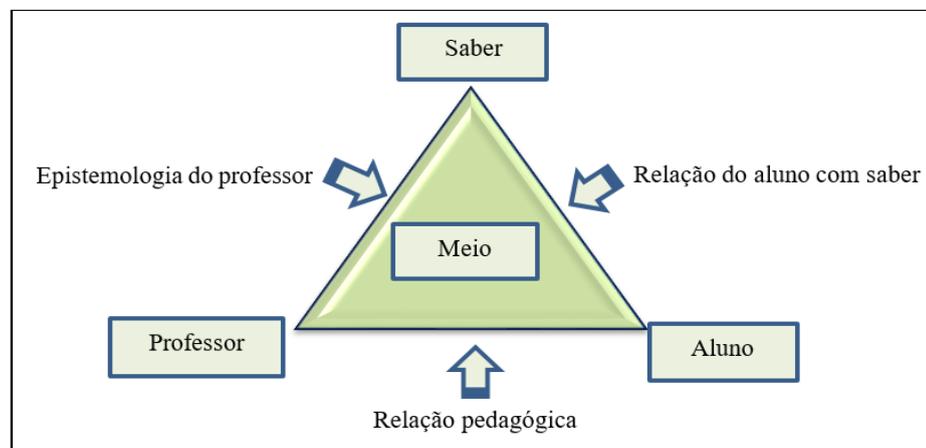
“tende a unificar e integrar as contribuições de outras disciplinas e proporciona uma melhor compreensão das possibilidades de aperfeiçoamento e regulação do ensino da Matemática”. Com isso, percebe-se que a TSD consegue fazer a interação de outras disciplinas com a Matemática de forma significativa, permitindo que esta seja utilizada para fins de ensino e aprendizagem de outras disciplinas, como, por exemplo, a Física.

Conforme Ferreira, Ferreira e Souza (2016, p. 26), “os elementos da teoria de Brousseau buscam contribuir para o processo investigativo e podem contribuir para aulas alternativas de Física e Matemática”. Com isso, a partir de Ferreira, Ferreira e Souza (2016), fica nítido que a utilização da TSD no ensino de Física é válida e pode trazer contribuições importantes para os estudantes no conhecimento dos conteúdos de Física.

Um exemplo disso é o estudo de Ferreira (2016), que utilizou conceitos da TSD para o estudo do Movimento Uniforme e Uniformemente Variado com estudantes do 1º ano do Ensino Médio em uma escola pública do Estado de Espírito Santo, em que se concluiu que “as Situações Didáticas contribuíram para a produção dos conceitos de espaço, tempo, velocidade, aceleração e inércia, e que existem oportunidades de melhoria para fortalecer o conceito de aceleração” (Ferreira, 2016, p. 73).

A TSD tem suas origens no ensino adquirido nas relações entre o sistema educacional e os estudantes, relacionadas à transferência de um determinado conhecimento. Diante disso, a relação didática é interpretada como uma transmissão de informações. Além disso, Brousseau encontrou uma forma de modelar a TSD, propondo a formulação do sistema didático, ou triângulo didático, composto por três elementos: o professor, o aluno e o saber, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Sistema ou Triângulo didático de Brousseau.



Fonte: Elaborada pelo autor, baseado em Brousseau (1986).

Com base na Figura 1, na interação entre o professor e o conhecimento ocorre a transposição didática, que, segundo Maia (2021, p. 50), é “uma modificação do conhecimento científico para o escolar”. Na interação com o conhecimento, o professor estuda meios para construir materiais científicos com o intuito de adquirir fundamentos para a formulação de práticas de ensino. Através da relação entre professor e aluno, são fundamentadas metodologias que contribuem para o ensino. Por conseguinte, na interação entre o aluno e o conhecimento, são constituídas técnicas de soluções que o estudante elabora para adquirir um determinado saber.

Nas palavras de Brousseau (2008), os integrantes do sistema didático não podem se sobrepor uns aos outros, pois todos possuem funções importantes e equivalentes dentro do sistema didático, objetivando a aprendizagem por parte dos estudantes.

Por conseguinte, o percurso metodológico sistematizado pela TSD é composto inicialmente pelo contrato didático mediado pelo professor para a construção de conhecimentos pelos estudantes. O *contrato didático*, como discorre Brousseau (1986, p. 50), “é o conjunto de comportamentos específicos do professor esperados pelos alunos, e o conjunto de comportamentos dos alunos esperados pelo professor”. Este contrato é constituído por regras que regem a relação didática entre professor e aluno de forma clara, especificando o que cada parte deve fazer, culminando, ao final, na prestação de contas entre as partes envolvidas.

Ainda sobre o *contrato didático*, nas palavras de Ferreira, Ferreira e Silva (2016, p. 15), “o contrato didático é formado por relações que o professor espera do aluno e das atitudes que o aluno espera do professor. De um modo geral, o que é explicitado no contrato didático são questões sobre avaliações e como as atividades serão feitas”. Dessa forma, é esperado que a existência de um vínculo entre professor e aluno precisa ser trabalhada em conjunto. Com isso, o diálogo entre ambos fica mais sólido e confiável, chegando a um acordo de trocas relevantes, contribuindo de forma significativa para a construção de conhecimentos.

Por conseguinte, a TSD “representa uma referência para o processo de aprendizagem em sala de aula envolvendo professor, aluno e conhecimento” (Freitas, 2012, p. 78). A TSD valoriza o trabalho do professor que busca proporcionar condições suficientes para que o estudante aprenda um determinado conteúdo e, por outro lado, reconhece os conhecimentos mobilizados pelo estudante no decorrer da construção do saber.

Segundo Brousseau (2008) e Maia (2021), o estudante deve se orientar por meio das metodologias empregadas pelo docente; porém, o sujeito precisa ser protagonista do próprio conhecimento no processo de aprendizagem. Entretanto, para que a aprendizagem seja construtiva, a metodologia elaborada pelo professor precisa utilizar ferramentas com

dificuldades medianas que instiguem a participação dos estudantes. Com isso, permite-se que o sujeito manifeste suas habilidades e adquira conhecimentos promovidos por mérito próprio. Além disso, a TSD coloca o estudante em um lugar de pesquisador.

No que concerne à Sequência Didática, o percurso na construção do conhecimento está diretamente ligado ao *meio*, pois, segundo Brousseau (2008), Freitas (2012) e Maia (2021), o docente busca organizar o *meio* na tentativa de instigar a participação do estudante. É no *meio* que acontecem as interações do sujeito, provocando mudanças com o intuito de desordenar o sistema didático. Além disso, é no *meio* que surgem os conflitos e contrapontos, possibilitando a aprendizagem de novos conhecimentos. Com isso, o professor deve agir de maneira sistemática e cuidadosa no seu planejamento, garantindo aos estudantes interações que visem a desestabilização e apropriações didáticas, evitando gerar acomodações. Assim, garante-se que os estudantes tenham uma reflexão aprofundada sobre sua prática experimental.

Na perspectiva do ensino de saberes matemáticos válidos para a Física, existem dois procedimentos entre o sistema educacional e o estudante, segundo Brousseau (2008), denominados aculturação e adaptação independente. Nas palavras de Maia (2021), a aculturação está relacionada com as transformações que ocorrem através de dois ou mais estudantes pertencentes a grupos diferentes. A adaptação independente condiz com o processo em que o estudante vai se modificando em relação ao meio durante as atividades. Além disso, a TSD tem influência do *meio* sociocultural.

Diante disso, a tomada de decisão mais sensata para construir uma aprendizagem significativa a partir do meio é apresentar um contraponto regular. Ou seja, se os conhecimentos anteriores e os presentes estiverem distanciados, há tendência à interferência direta do professor, o que tira a participação ativa do estudante no processo de aprendizado.

Por conseguinte, no momento em que o estudante é colocado em contato com o *meio* idealizado pelo professor, isso ocasiona uma Situação. Situação, nas palavras de Brousseau (2008, p. 19, *apud* Sousa, 2023, p. 24), é um “modelo de interação de um sujeito com o *meio* específico que determina um certo conhecimento, como o recurso que o sujeito dispõe para alcançar ou conservar um estado favorável”.

Diante dos processos de ensino e de aprendizagem, o docente, o estudante e o *meio* interagem entre si, e essa interação entre eles é denominada Situação Didática. Conforme Brousseau (2008, *apud* Freitas, 2012, p. 80),

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 construção (...) o trabalho do aluno deveria, pelos menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção efetiva de conhecimentos pertinentes.

À vista disso, na *situação didática*, é de responsabilidade do professor propor uma ação que possibilite ao estudante a construção do saber, pois o docente pode utilizar todas as ferramentas vinculadas ao *meio* e ao sistema educacional. Desta forma, observa-se que, na *situação didática*, o professor está inteiramente instruindo o estudante na construção do saber.

Então, é neste momento que a Sequência Didática construída pelo professor deve considerar todos os aspectos para proporcionar uma aprendizagem significativa. Neste contexto, é dever do professor apresentar não apenas um enunciado, mas a formulação de um problema bem elaborado. Para Freitas (2012, p. 83), “na *devolução*, o aluno aceita a responsabilidade de resolver o problema como se fosse dele e não somente porque o professor quer”. Na *devolução*, há um processo de troca de responsabilidades, e o professor passa a ser um coadjuvante. A partir desse instante, fica caracterizada a *situação adidática*.

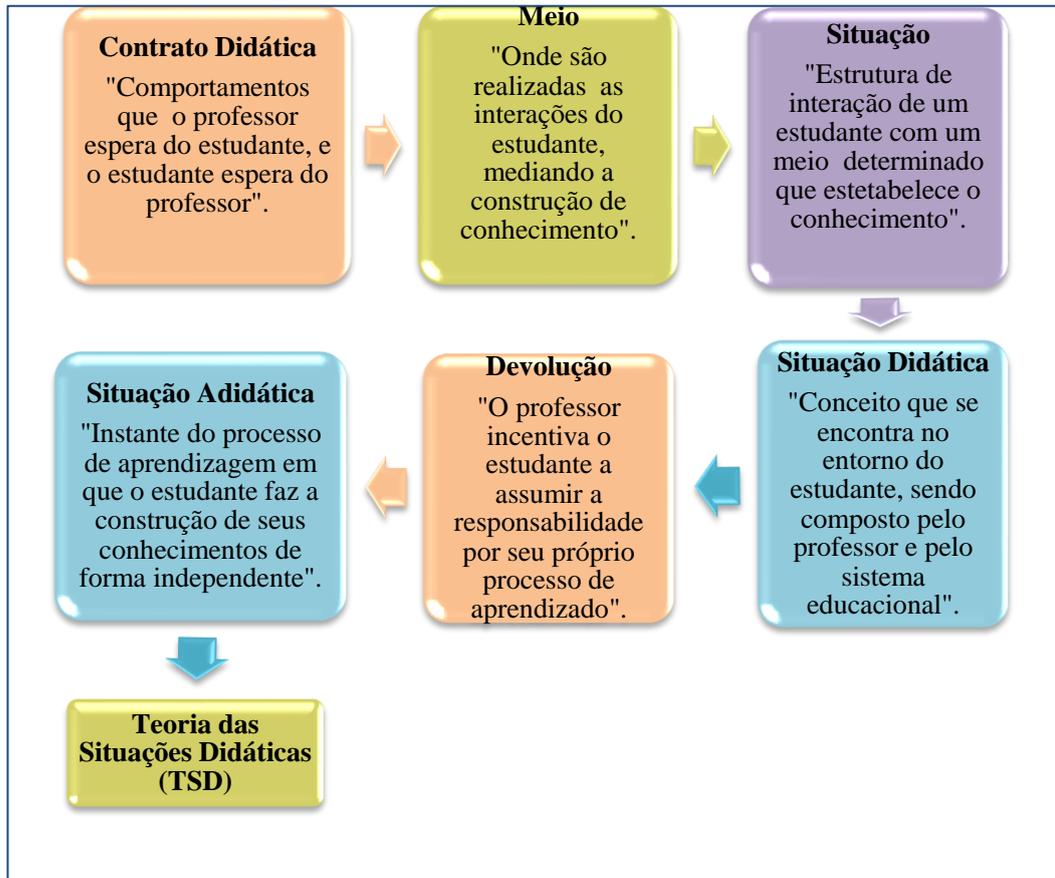
Conforme Freitas (2012), uma *situação adidática* é caracterizada especificamente por um determinado instante no processo de aprendizagem, no qual o estudante trabalha de forma independente, não sofrendo interferência direta do professor com relação ao conteúdo estudado. Além disso, na *situação adidática*, o problema elaborado pelo professor mediante o acordo no momento da *devolução* deve ser resolvido pelo estudante.

Por conseguinte, Brousseau (2008) afirma que diante dos pensamentos construídos com relação ao ensino e aprendizagem, o professor precisa agir por meio de problemas selecionados que instiguem a participação do estudante, promovendo assim a adaptação desejada para a construção do conhecimento do indivíduo.

A partir do exposto, foi perceptível que o processo de aprendizagem dos conteúdos precisa ser bem elaborado e atrativo para o estudante, garantindo que ele construa, modifique e diversifique, fazendo com que sistematize esses conhecimentos sobre saberes distintos, organizando-os e tomando-os para si, resultando na sua aprendizagem.

Por conseguinte, será mostrado na Figura 2 todo o caminho teórico-metodológico que foi explanado até o momento, onde foram sistematizadas as principais características e a base que sustenta e antecede as fases da TSD.

Figura 2 - Caminho teórico-metodológico que antecede as fases da TSD.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base em Brousseau (2008) e Maia(2021).

Com base na Figura 2, observa-se que, desde o contexto do *contrato didático* até a *situação adidática*, encontram-se presentes em suas definições, de forma direta ou indireta, o professor, o estudante e o sistema educacional. Além disso, esses três pilares interligados fundamentam a parte teórico-metodológica da TSD. Ademais, direcionam e sustentam as quatro fases da TSD.

A TSD é composta por quatro fases, divididas em três situações adidáticas, sendo elas *ação*, *formulação* e *validação*, e uma *situação didática* denominada de *institucionalização*. Na fase da *situação adidática* de *ação*, segundo Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 368), “encontra-se o estágio inicial que demanda uma tomada de posição por parte do aluno, levando em consideração seus conhecimentos basilares para compreensão do problema proposto, colocando esses conhecimentos em prática”.

Nessa fase, o estudante se depara com a sequência didática, fazendo as primeiras anotações e descrições sobre o problema proposto a ele. Porém, neste momento, as ações são mais experimentais, e o estudante não se preocupa em resolver as atividades propostas

utilizando um viés teórico, valendo-se apenas dos conhecimentos empíricos.

Após vivenciar a primeira fase, discorre-se, em seguida, sobre a parte conceitual da *situação adidática de formulação*, na qual, para Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 368), “os estudantes traçam estratégias e verbalizam-nas, examinando o que conjecturaram na fase anterior, de forma consciente”.

Nessa fase, o estudante sistematiza por meio de esquemas e modelos, baseando-se nas informações adquiridas na fase anterior, porém, sem a obrigação de conceituar conforme o viés teórico exigido na atividade proposta, idealizado no momento da construção da sequência didática.

Por conseguinte, após conhecer a segunda fase, conceitualmente, vem a *situação adidática de validação*, na qual, segundo Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 368), “os estudantes procuram demonstrar de maneira organizada sua estratégia para a resolução do problema, buscando uma validação de que seus argumentos são razoáveis”.

Nesta terceira e última fase adidática, os estudantes tentam validar os conhecimentos vivenciados por meio de ferramentas avaliativas e o saber formulado por eles, sendo que esse saber possui veracidade de cunho teórico, vinculado a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica.

Vivenciadas as três fases adidáticas, nas quais o professor não pode interferir diretamente na construção de conhecimento do estudante, será apresentado o conceito da quarta fase da TSD, a *situação didática de institucionalização*, na qual, nas palavras de Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 368): “o professor entra em cena, buscando organizar os conhecimentos apresentados pelos alunos de maneira formal, ou seja, com a linguagem teórica sobre o conteúdo, consolidando as ideias apresentadas”.

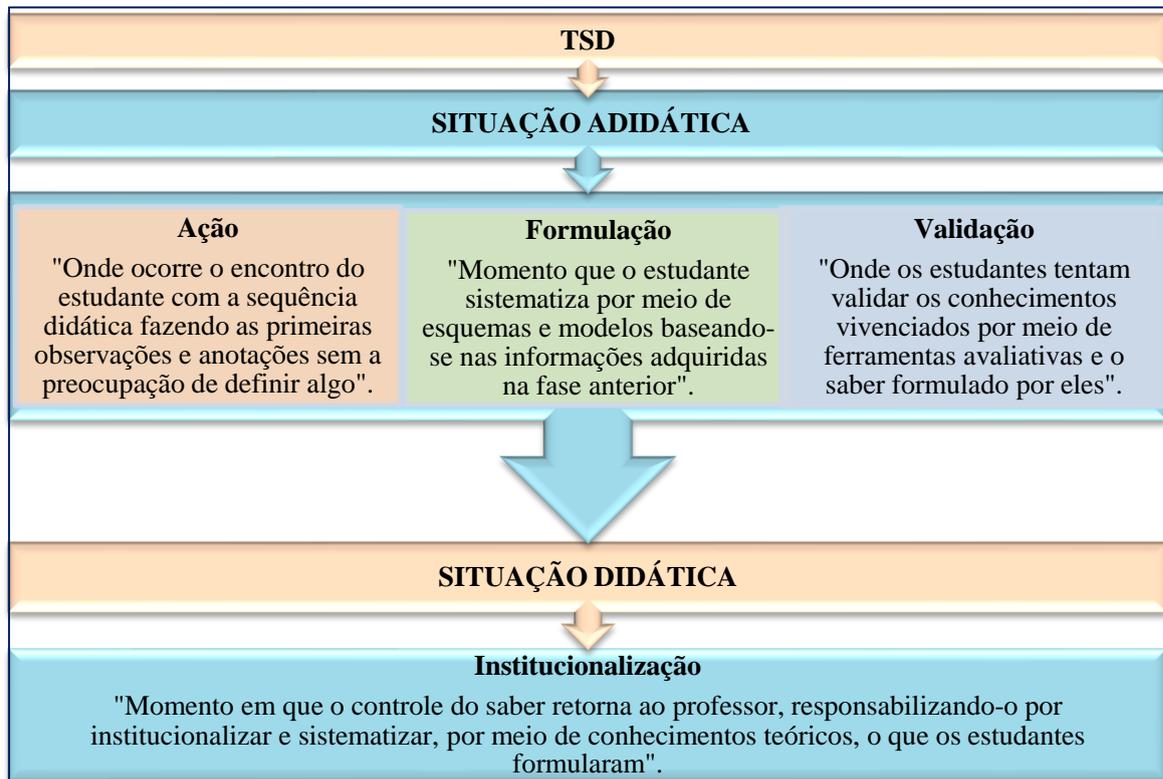
Nessa fase, vivencia-se a parte didática da TSD, pois é o momento em que o controle do saber retorna ao professor, responsabilizando-o por institucionalizar e sistematizar, por meio de conhecimentos teóricos, o que os estudantes formularam. Com isso, garante-se que os estudantes tenham o entendimento de que podem ter ocorrido alguns equívocos, ou não, no instante da formulação dos conceitos promovidos pelas atividades sobre o conteúdo. Além disso, segundo Brousseau (2008), é na fase de *institucionalização* que se analisam os esquemas e provas, identificando quais propriedades serão mantidas.

A *situação de institucionalização* foi elaborada com o objetivo de promover a ligação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes na prática experimental durante as fases *adidáticas*, o conhecimento do professor e por meio das vias literárias validadas por outros teóricos. À vista disso, com o agrupamento das três fases *adidáticas* mais uma fase *didática*,

contemplaram-se as quatro fases da TSD.

Com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão das quatro fases da TSD (as fases da *situação adidática* e a fase da *situação didática*), estas foram sistematizadas e sintetizadas na Figura 3.

Figura 3 - Fases da Teoria das Situações Didáticas



Fonte: Elaborada pelo autor, com base em Brousseau (2008).

Com base na Figura 3, o estudante depara-se com o problema elaborado pelo professor, realizando as primeiras ações que poderão ser utilizadas mais adiante no processo de resolução do problema proposto. Em seguida, o estudante organiza as informações que são consideradas relevantes na compreensão e resolução do problema. Essa organização das informações pode ocorrer por meio de quadros, tabelas, gráficos, mapas conceituais e fluxogramas. Na sequência, o estudante se apropria das informações adquiridas nas fases anteriores e do saber empírico já existente antes do início da sequência; com isso, apresenta a resolução do problema. Posteriormente, o professor verifica se essa resolução apresentada pelo estudante está conforme os padrões teóricos estabelecidos; além disso, observa o caminho que o estudante percorreu para chegar à resolução.

À vista disso, observa-se que a construção do processo de aprendizagem vivenciado pelo estudante é equivalente a de um pesquisador, pois idealiza-se um caminho que possibilita

o entendimento, a compreensão e a solução do problema proposto, sem intervenção direta do professor.

Logo, na *situação didática*, apesar de o estudante realizar o processo de construção do conhecimento praticamente de maneira independente, não significa que o professor esteja ausente neste momento. Além de formular o meio didático e o problema proposto que compõem sua sequência didática, o professor também tem a responsabilidade de mediar o processo, realizando perguntas, sem interferir diretamente na mobilização do conhecimento do estudante.

2.2 Engenharia Didática

Na Europa, especialmente na França, apresentaram-se, conforme Almouloud (2019), diversos estudos sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática, com o intuito de analisar as Sequências Didáticas desenvolvidas em sala de aula. Porém, as metodologias oriundas da Educação não conseguiam oferecer uma resposta convincente aos olhos dos pesquisadores. Entretanto, as experimentações aconteciam mesmo sem a fundamentação teórico-metodológica, baseando-se apenas na TSD descrita por Brousseau.

No entanto, foi por meio dos estudos da Educação Matemática, e principalmente pelas ideias de Brousseau, que Michèle Artigue (1996) fundamentou a Engenharia Didática (ED) como metodologia de pesquisa. A ideia da ED, segundo Almouloud (2019), surgiu no início da década de 80. Além disso, nas palavras de Artigue (1988, p. 283):

Este termo foi “cunhado” para o trabalho que é aquele comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto preciso, se apóia sobre conhecimentos científicos de seu domínio, aceita submeter-se a um controle de 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.

Diante disso, o engenheiro necessita de informações científicas para elaborar um projeto relevante. No entanto, ao ir ao campo aplicar, observa-se que nem todas as informações presentes no projeto serão adequadas para a execução do trabalho, pois depara-se com um ambiente que vai além do seu planejamento. Portanto, esse engenheiro precisa recalcular sua rota, fazendo a ligação entre as informações do seu projeto e as ferramentas adicionais que o ambiente oferece.

Nesse sentido, o professor tem um trabalho equivalente ao de um engenheiro, pois, além de elaborar um planejamento de aula embasado em conhecimentos científicos, também precisa estar ciente de que irá adentrar em um recinto escolar onde se encontram diversos fatores

distintos. Para realizar sua prática, precisa utilizar, na maioria das vezes, ferramentas além do que foi planejado. Assim, a escrita do termo Engenharia Didática surgiu por meio da comparação entre a prática do engenheiro e a prática do professor.

Mas a ED vai muito além do termo, pois trata-se de uma metodologia importante para o campo científico. Segundo Artigue (1996), a ED tem a finalidade de: (I) estabelecer relações entre a investigação e a ação no sistema de ensino; e (II) orientar os trabalhos didáticos a desempenhar, na sala de aula, metodologias de pesquisas didáticas. Além disso, a ED “pode ser utilizada em pesquisas que estudam os processos de ensino e de aprendizagem de um dado conceito e, em particular, a elaboração de gêneses artificiais para um dado conceito” (Almouloud e Coutinho, 2008, p. 66).

Deste modo, adotou-se a ED como referencial metodológico, uma vez que o objetivo desta pesquisa é analisar a compreensão do movimento oblíquo no processo de aprendizagem dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá, Amazonas, desenvolvendo sequências didáticas com o uso do *Software* Geogebra.

Apesar da ED ser um referencial metodológico direcionado ao estudo das pesquisas em Matemática, também pode ser utilizada em outras áreas do conhecimento, como fez Gomes (2018), que utilizou a ED em sua pesquisa no estudo de Física Moderna.

Na ED, o sistema didático é analisado e caracterizado por pesquisas experimentais em que o aluno pode apreender um elemento novo de um conteúdo ou simplesmente um conteúdo novo (Brousseau, 1986).

Em sala de aula, a ED, como metodologia de pesquisa, pode contribuir significativamente, pois, segundo Silva, Ferreira e Tozetti (2015, p.19959), “possibilita organizar, justificadamente, a base teórica, ajudando o professor a conhecer o significado e aumentar o leque de opções, estabelecendo uma junção entre a teoria e a prática”.

Com base no que foi descrito, serão apresentadas as quatro fases que constituem a ED, a saber: *análises preliminares, concepção e análise a priori, experimentação e análises a posteriori e validação*.

A fase das *análises preliminares*, segundo Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 365), “compõe-se do estudo epistemológico do objeto de pesquisa, por meio de uma pesquisa bibliográfica com relação ao quadro teórico didático deste conteúdo, bem como a forma com que é abordado em sala de aula”.

Nessa fase, é necessária uma análise bem fundamentada, pois traz o embasamento teórico de toda a pesquisa. É através dessa fase que se consegue mensurar as dimensões epistemológica, didática e cognitiva do conteúdo em estudo.

A fase de *concepção e análise a priori*, segundo Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 365), é a “etapa em que serão delimitadas as variáveis (globais e locais) sobre as quais o ensino pode atuar, como forma de nortear a pesquisa e elaborar um plano de ação”. Conforme Santos e Alves (2017, p. 450), “as variáveis globais têm por finalidade direcionar as escolhas da pesquisa, enquanto as variáveis locais são direcionadas à previsão dos possíveis comportamentos e entraves dos alunos, mediante as situações didáticas”.

Nessa fase, o pesquisador elabora as sequências didáticas a serem aplicadas na fase da *experimentação*, planejando o tempo de cada encontro e definindo as variáveis pertinentes do objeto de estudo. Além disso, prevê e descreve as possíveis ações dos estudantes.

A fase da *experimentação*, segundo Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 365), é a “fase em que se aplicam as situações didáticas ou sequências didáticas construídas na fase anterior, onde se firma o contrato didático e ocorre a coleta dos dados relativos à pesquisa”.

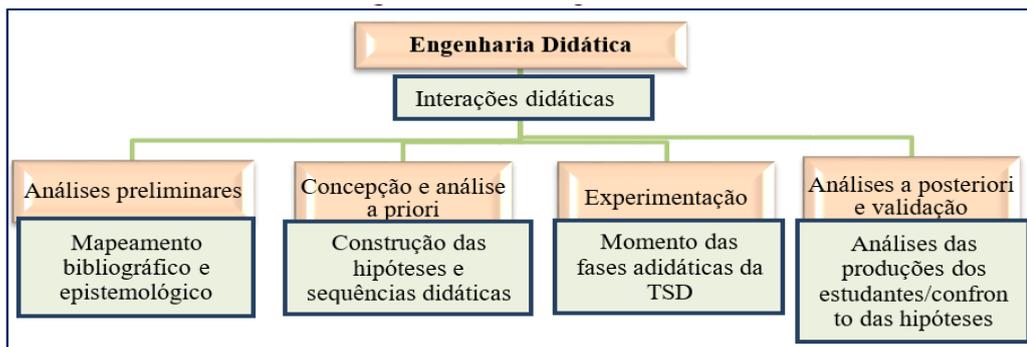
Nessa fase, o pesquisador realiza a aplicação das sequências didáticas; além disso, é o momento em que se obtêm os dados para análises posteriores por meio de observações, gravações, filmagens, etc.

A fase de *análises a posteriori e validação*, conforme Sousa, Azevedo e Alves (2021, p. 365), “se apoia sobre todos os dados coletados durante a experimentação. Posteriormente à análise dos dados coletados, faz-se necessária sua confrontação com a análise *a priori* inicialmente realizada para, desta forma, validar (ou não) as hipóteses formuladas na investigação”.

Nessa fase, o pesquisador faz a análise de todas as produções realizadas ao longo da experimentação, além de cumprir a função de confrontar as hipóteses criadas nas *análises a priori*. Após essa ação, o pesquisador tem como objetivo validar ou não a sequência didática.

Com o propósito de proporcionar um melhor entendimento sobre as quatro fases da ED, foi elaborado um esquema didático apresentado de forma ilustrativa na Figura 4, onde são mostradas as etapas, respeitando o processo hierárquico.

Figura 4 - Fases da Engenharia Didática



Fonte: Elaborada pelo autor a partir de Artigue (1996) e Maia(2021).

Com base na Figura 4, destaca-se que uma fase depende da outra, pois todas tendem a se relacionar, com o propósito de apresentar as informações produzidas pelos estudantes advindas das sequências didáticas. Nesse contexto, a mesma se respalda como metodologia de pesquisa, caracterizada, em primeiro lugar, por um esquema experimental baseado em “realizações didáticas” em sala de aula, isto é, na concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino.

Portanto, esse método de pesquisa diferencia-se de outros pelo tipo de registro das ações e pela validação, que é interna, ou seja, é feita uma comparação entre a análise *a priori* e *a posteriori*. Assim, a engenharia torna a prática docente em sala de aula de maneira mais científica e proporciona mais enriquecimento para o profissional, pois requer que o professor seja um “pesquisador/investigador”.

2.3 Tecnologia de Informações e Comunicações como recurso pedagógico

Na perspectiva de D’Ambrosio (1986), desde a criação da máquina a vapor, uma das ferramentas que contribuiriam diretamente para a Primeira Revolução Industrial, foram os meios tecnológicos, os quais vêm crescendo continuamente, modificando a sociedade contemporânea. Segundo LaRose e Straubhaar (2003 *apud* Adão, 2023), na década de 1970 houve o início da Evolução Eletrônica, considerado o ponto de partida para a era digital, com ênfase nos computadores. Como consequência, ocorreram dois fatos: a queda dos preços das matérias-primas e a predominância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que interligam diretamente a eletrônica e o *software*.

No campo da Educação, segundo Carneiro (2003 *apud* Adão, 2023), com a evolução da informática, consolidou-se a utilização dos computadores para fins educativos, como o ensino assistido por computador e os computadores pessoais, promovendo mais alternativas e possibilidades para o ensino.

Segundo Adão (2023), o que alavancou a tecnologia digital no ensino no Brasil foi o I Seminário Nacional de Informática na Educação, realizado na Universidade de Brasília. Nesse evento, surgiram várias recomendações que direcionaram o movimento e continuaram influenciando a condução de políticas públicas no setor. O Projeto Educação e Computador EDUCOM foi idealizado com base nas recomendações desse I Seminário. A função do EDUCOM foi inovadora, pois trouxe uma linguagem tecnológica que influenciou a postura do professor, de autoritário e conservador para uma forma mais flexível e interativa de preparar e ministrar suas aulas.

Segundo Perrenoud (2000 *apud* Valente e Almeida, 2020), o EDUCOM garantiu a criação de centros-piloto de experimentação em Informática Educativa em diversas instituições de ensino superior no Brasil. Esse feito sinalizou o primeiro ato oficial e concreto de implementar computadores nas escolas públicas brasileiras, e seu intuito primordial foi estimular o avanço da pesquisa multidisciplinar visando à aplicabilidade da informática na construção do ensino-aprendizagem.

Segundo Adão (2023), na sequência, o Ministério da Educação (MEC), em 1986, criou o Programa de Ação Imediata em Informática na Educação de 1º e 2º Graus, com o objetivo de auxiliar os órgãos de Educação estaduais. Além disso, em 1989, foi criada a Sociedade Brasileira de Informática Educativa. No mesmo ano, elaborou-se o Programa Nacional de Informática na Educação (PRONINFE), com o intuito de desenvolver a informática educacional no Brasil por meio de atividades e projetos embasados em fundamentos pedagógicos concretos e atuais.

Também, de acordo com Adão (2023, p.159), “em abril de 1997, com a evolução das iniciativas e do interesse pelo campo da Informática Educativa, o MEC lançou o Programa Nacional de Informática Educativa, o PROINFO”. Assim, com a implementação do PROINFO, várias instituições de ensino público no Brasil foram contempladas, garantindo esse avanço tecnológico no contexto histórico como uma grande conquista para a educação.

Outro documento vinculado à educação, elaborado em 1997 e implementado em 1998, foram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Na perspectiva dos PCNs (Brasil, 1998), salientava-se que, embora os computadores ainda não estivessem amplamente disponíveis para a maioria das escolas, eles já começavam a integrar muitas experiências educacionais, prevendo-se sua utilização em maior escala a curto prazo.

Já em 2017, foi inserida na Educação Básica Pública a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento publicado por meio da Resolução CNE/CP nº 2, inicialmente para a Ensino Infantil e o Ensino Fundamental. Apenas na versão final, publicada em 2018, foi incluído o Ensino Médio, sendo este o último documento publicado. Salienta-se que as informações apresentadas nesta pesquisa sobre a BNCC foram retiradas da versão anterior à reformulação do Novo Ensino Médio.

Assim, segundo Brasil (2018), na cultura contemporânea, o meio digital está amplamente inserido, contribuindo diretamente para as mudanças sociais. Com isso, os estudantes estão inseridos nessa cultura digital não somente como meros consumidores, mas também como praticantes e entendedores. De acordo com Pinheiro e Silva (2021), isso ocorre devido ao crescimento exponencial das TICs, além do livre acesso e da disponibilidade de

computadores, telefones celulares, *tablets* e outros dispositivos para as pessoas. Esses métodos são utilizados para a ampliação do conhecimento de forma organizada, tornando-se ferramentas de interação entre docentes e discentes.

As TICs fazem parte diretamente do meio educacional, mesmo quando o docente não dispuser de recursos amplos, sendo que os professores utilizam celulares, que servem para diversas funcionalidades, bem como o acesso a internet, aplicativos e programas. Conforme Martines *et al.* (2018), acredita-se cada vez mais que os meios tecnológicos se farão presentes em sala de aula, ainda que de forma reduzida, como na utilização de programas para apresentação de conteúdo, em aulas expositivas, bem como os aplicativos que ajudam na comunicação entre o professor e o estudante.

Queiroz (2018) ressalta que as TICs chegam pelas mãos dos nativos digitais, ou seja, dos estudantes, pois a presença de celulares, computadores e outros dispositivos digitais faz parte da vida cotidiana dos alunos. Além disso, esse meio digital permite levá-los a diversos lugares em diferentes tempos, sem a necessidade de estarem presentes fisicamente.

Dessa forma, a utilização das TICs nas salas de aulas apresentam contribuições para o ensino e a aprendizagem, pois o computador e outros dispositivos móveis, além de despertarem interesse de grande parte dos estudantes, também são instrumentos que podem ser utilizados em inúmeras aulas voltadas para diversos conteúdos.

Apesar dos recursos tecnológicos estarem presentes nos processos educativos há vários anos, sua utilização ainda é pouca explorada. Um dos motivos, segundo Goulart, Pastorio e Vidmar (2023), é que fica a critério dos professores usar ou não as TICs em suas aulas. A maioria dos docentes relata que o maior impasse para dominar a parte digital é a falta de estrutura e a ausência de formação continuada. Em contrapartida, para Silva e Correia (2014), a falta de estrutura e formação continuada é um fator impactante, mas o professor precisa ter iniciativa e tentar se adaptar a este novo formato de ensino. O primeiro passo é a aceitação; com isso, ele compreenderá que o meio educacional mudou e necessita de professores preparados para apresentar novas soluções para o seu processo formador.

Brasil (2018, p. 544) afirma que “é fundamental que possam experienciar diálogos com diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC)”.

Outrossim, com a pandemia da Covid-19, segundo Barros *et al.* (2020), tornou-se evidente a importância de saber manusear os recursos tecnológicos, principalmente nas plataformas utilizadas para mediar as aulas remotas. Com esse evento, foi necessária uma adaptação rápida, considerada um “novo normal”. Houve, de forma emergencial, a

regulamentação do ensino remoto, que proporcionou encontros virtuais em diversas vertentes, com ênfase nas aulas, sendo responsável por manter o meio educacional funcionando.

E quando se fala de tecnologia na Educação, pode-se usar os *softwares* livres, pois eles possibilitam aos docentes a junção da parte conceitual com a prática. Segundo a BNCC, ressalta-se que:

Atividades investigativas com *softwares* dinâmicos que inter-relacionem movimento e posição podem também promover o desenvolvimento dessas ideias, importantes em cartografia e na movimentação diária do cidadão comum. Por vivermos em um mundo conectado com celulares às mãos, aparelhos de geolocalização, TVs a cabo, câmeras de vigilância etc., o estudo do movimento e posição tem muitas finalidades em diversas áreas. (Brasil, 2018, p. 532).

Brasil (2018) mostra que, por meio do *software*, é possível elaborar atividades que ligam movimentos e posições. Além disso, o *software* pode promover o desenvolvimento de ideias para se localizar e conhecer o espaço em que se vive, auxiliando no traslado diário das pessoas. Também, o *software* é primordial para a compreensão das lacunas no ensino em todas as vertentes, pois se trata de um material inserido em diversos meios tecnológicos digitais que fazem parte do dia a dia da maioria das pessoas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998, p. 44) salientam que “o bom uso que se possa fazer do computador na sala de aula também depende da escolha de *softwares*, em função dos objetivos que se pretende atingir e da concepção de conhecimento e de aprendizagem que orienta o processo”. Em concordância com Brasil (1998), o profissional precisa fazer uma escolha, partindo do conhecimento que ele possui sobre os *softwares*, para que essa ferramenta seja produtiva como material metodológico. Com isso, será apresentado um *software*, cujo nome é conhecido como GeoGebra, o qual será abordado com mais detalhe na seção seguinte.

2.4 O *Software* GeoGebra como instrumento de ensino

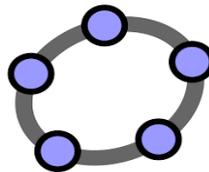
Em 2001, como tese de doutorado, o professor Markus Hohenwarter, da Universidade de Salzburgo, desenvolveu um dos *softwares* dinâmicos que se destacou no campo educacional, denominado *Software* GeoGebra. Trata-se de uma ferramenta matemática gratuita, composta por uma multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em uma única aplicação, tendo recebido vários prêmios na Europa e nos Estados Unidos da América (Instituto GeoGebra, 2014; Richit, 2015; Leão, 2021).

Por se tratar de uma ferramenta gratuita e de fácil acesso, podendo ser instalada principalmente em computadores e celulares, há duas maneiras de utilizá-lo: *online* e *offline*. Para utilizá-lo na forma *online*, há que se acessar uma página virtual², ou, caso se queira usá-lo *offline*, tem que se acessar uma outra página virtual³. Ressaltando que as duas formas de utilizá-lo, seja *online* ou *offline*, possuem as mesmas funcionalidades.

Mediante as inúmeras funções que o SG possui, a sua utilização depende do nível de conhecimento que se tem para manuseá-lo. Ele conta com uma interface repleta de ferramentas, entre as quais se destaca a funcionalidade de criar comportamentos de funções e simulações. Além disso, oferece uma excelente estética visual, contribuindo significativamente para o entedimento dos conteúdos estudados.

Frisando que o SG utilizado na pesquisa foi aquele no formato *offline*. Então, ao baixá-lo, aparecerá como atalho na área do trabalho do seu computador, como mostra na Figura 5.

Figura 5 - Ícone do SG na área de trabalho do computador.



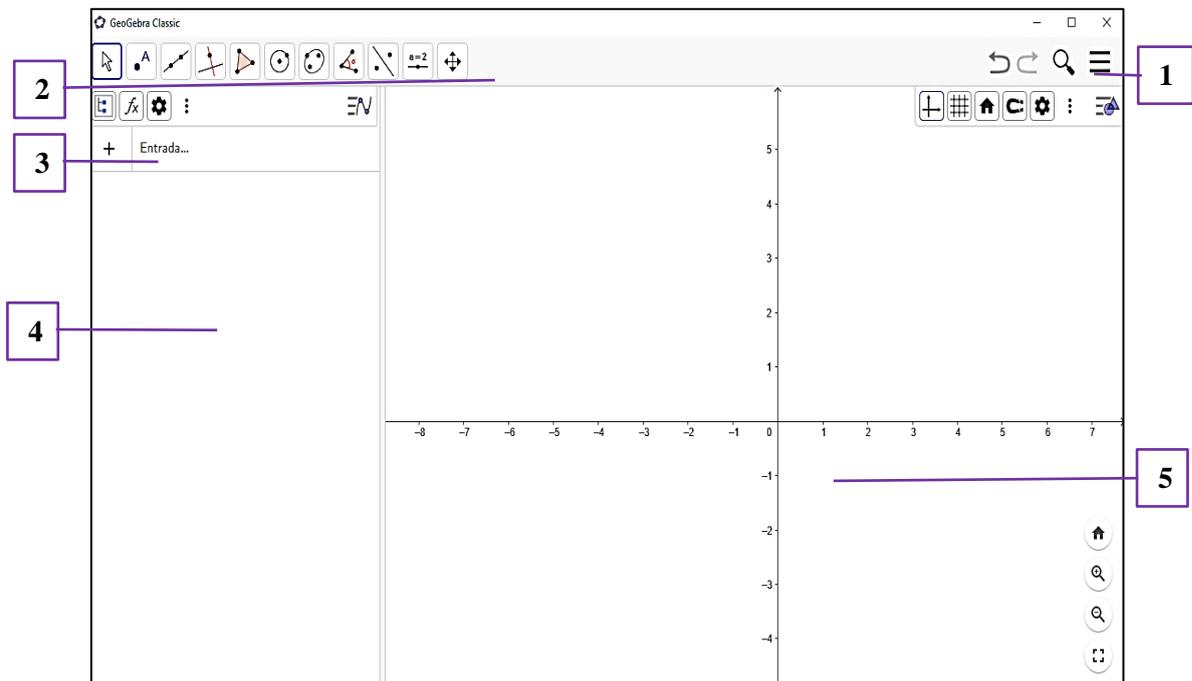
Fonte: <https://www.geogebra.org/?lang=pt>.

Quando o SG tiver sido baixado e instalado no seu computador, basta apertar duas vezes sobre o ícone para que apareça uma janela como a que mostra a Figura 06.

² GEOGEBRA. GeoGebra Classic. Disponível em: https://www.geogebra.org/classic?lang=pt_PT. Acesso em: 20 jan. 2023.

³ GEOGEBRA. GeoGebra Classic. Disponível em: <https://geogebra.softonic.com.br/?ex=RAMP-2639.1>. Acesso em: 20 jan. 2023.

Figura 6 - Interface do *Software Geogebra*.



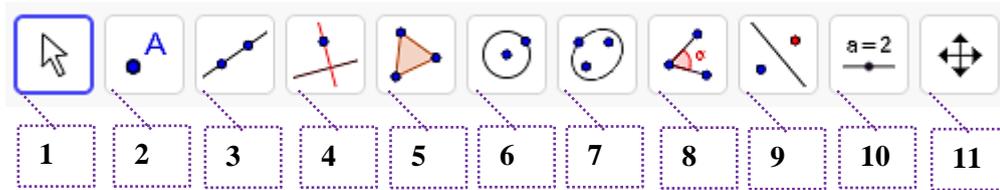
Fonte: Adaptada pelo autor, a partir do print de tela do SG aberto (2023).

Detalhando as funções indicadas pelos números de 1 a 6 (nas laterais), temos:

- 1) **Ícone de menu:** Comanda todas as configurações do SG, além de possibilitar a função de salvar o arquivo produzido no formato “.ggb”.
- 2) **Barra de Ferramentas:** Onde se localizam todas as funcionalidades utilizadas especificamente para construir pontos, figuras geométricas, obter medidas de objetos elaborados etc. Além disso, cada ícone que compõe essa barra oculta outros ícones, que podem ser acessados clicando-se com o *mouse* no canto inferior direito da barra.
- 3) **Entrada:** Tem a finalidade de permitir a digitação de comandos.
- 4) **Janela de Álgebra:** É a região onde são exibidas as coordenadas, equações e medidas. Além disso, disponibilizam-se outros objetos elaborados.
- 5) **Janela de Visualização:** Área de visualização gráfica de objetos, que contém conceitos geométricos e que, por meio do *mouse*, podem ser desenhados utilizando a barra de ícones ou os comandos inseridos na entrada.

A Barra de Ferramentas está localizada na parte superior do SG, conforme apresentado na Figura 7. Ela é composta por onze janelas, identificadas com numeração cardinal. Quando um dos componentes é selecionado, o ícone correspondente se destaca no meio do conjunto ao qual pertence.

Figura 7 - Barra de ferramentas do *Software Geogebra* com 11 janelas.



Fonte: Adaptada pelo autor, a partir do print de tela do SG aberto (2023).

A Figura 7 descreve a função das marcações relacionadas aos ícones de 1 a 11, a saber:

1) **Mover**

Localizam-se as funções: Mover; Função à Mão Livre; e Caneta.

2) **Ponto**

Encontram-se as funcionalidades: Ponto em Objeto; Ponto; Vincular/Desvincular Ponto, Otimização; Raízes; Interseção de Dois Objetos; Ponto Médio ou Centro; e Número Complexo.

3) **Reta**

Localizam-se as aplicabilidades: Segmento; Reta; Segmento com Comprimento Fixo, vetor ; Semirreta; Caminho Poligonal; e Vetor a partir de um Ponto.

4) **Reta perpendicular**

Encontram-se as funções: Reta Paralela; Reta Perpendicular; Bissetriz, Reta Tangente, Mediatriz; Reta Polar ou Diametral; Lugar Geométrico; e Reta de Regressão Linear.

5) **Polígono**

Localizam-se as aplicabilidades: Polígono Rígido; Polígono; Polígono Regular; e Polígono semideformável.

6) **Círculo dados centro e um de seus pontos**

Encontram-se as funções: Setor Circuncircular; Setor Circular; Arco Circuncircular; Arco Circular; Semicírculo; Círculo definido por Três Pontos. Círculo dados Centro e um de seus Pontos, Círculo: Centro e Raio, e Compasso,

7) **Elipse**

Encontram-se as funções: Cônica por Cinco Pontos; Parábola; Elipse, e Hipérbole.

8) **Ângulo**

Encontram-se as funções: Inspetor de Funções; Relação; Lista; Inclinação; Área;

Distância, Comprimento ou Perímetro; Ângulo; Ângulo com Amplitude Fixa.

9) Reflexão em relação a uma reta

Encontram-se as funcionalidades: Homotetia; Translação por um Vetor; Rotação em Torno de um Ponto; Inversão; Reflexão em Relação a uma Reta, Reflexão em Relação a um Ponto.

10) Controle deslizante

Encontram-se as funções: Campo de Entrada; Caixa para Exibir/Esconder Objetos; Botão; Inserir Imagem; Texto; e Controle Deslizante.

11) Mover janela de visualização

Encontram-se as funcionalidades: Apagar; Copiar Estilo Visual; Exibir/Esconder Rótulo; Exibir/Esconder Objeto; Ampliar; Reduzir; e Exibir/Esconder Objeto.

É evidente que o SG trata de uma ferramenta que oferece diversas possibilidades para o ensino, principalmente de Matemática, ligando-se à Física de forma dinâmica, possibilitando a compreensão dos estudantes dos assuntos trabalhados.

Como é mostrado por meios dos estudos de Fonseca (2018), salienta-se que recursos como o GeoGebra oferecem aos estudantes momentos de interação, promovendo um maior interesse, visto que as multiferramentas empregadas no *software* garantem essa promoção. Além disso, segundo Melo e Fireman (2016, p. 19), “confirma-se o caráter facilitador e otimizador da aprendizagem proporcionada pelas atividades no GeoGebra, que decorrem do dinamismo por meio de suas várias ferramentas”.

O SG, além de ser um instrumento utilizado diretamente nas aulas práticas, também tem se mostrado uma ferramenta integrada em diversas pesquisas que envolvem o ensino, como um suporte tecnológico digital nas metodologias.

Por exemplo, Tenório e Neto (2019) utilizaram o *Software* GeoGebra para estudar o Movimento Uniforme com estudantes de uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro. Na pesquisa, verificou-se a influência do SG nas soluções das atividades sobre o movimento uniforme, resultando em dados significativos. Além de promover o interesse e a motivação, o *software* trouxe ganhos relevantes para a aprendizagem do conteúdo estudado.

Do mesmo modo, Araújo e Bracho (2020) utilizaram o SG no estudo dos Movimentos Parabólico e Harmônico Simples, objetivando a construção de simuladores dentro da ferramenta educacional. Isso resultou na criação de simuladores para o estudo dos conteúdos apresentados.

Por fim, tanto Tenório e Neto (2019) quanto Araújo e Bracho (2020) utilizaram, de

maneira eficaz, o SG como uma ferramenta pedagógica para os estudos dos conteúdos investigados, demonstrando que essa tecnologia digital é uma opção poderosa como instrumento educacional.

2.5 O ensino do Lançamento Oblíquo na Base Nacional Comum Curricular

Inicialmente, para descrever o LO, é necessário conceituar o movimento oblíquo. Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), esse movimento é caracterizado por qualquer trajetória inclinada em relação ao solo, resultando em um deslocamento em duas dimensões. Esse tipo de movimento pode ocorrer em diferentes situações, como a atuação de forças externas variáveis e condições específicas iniciais.

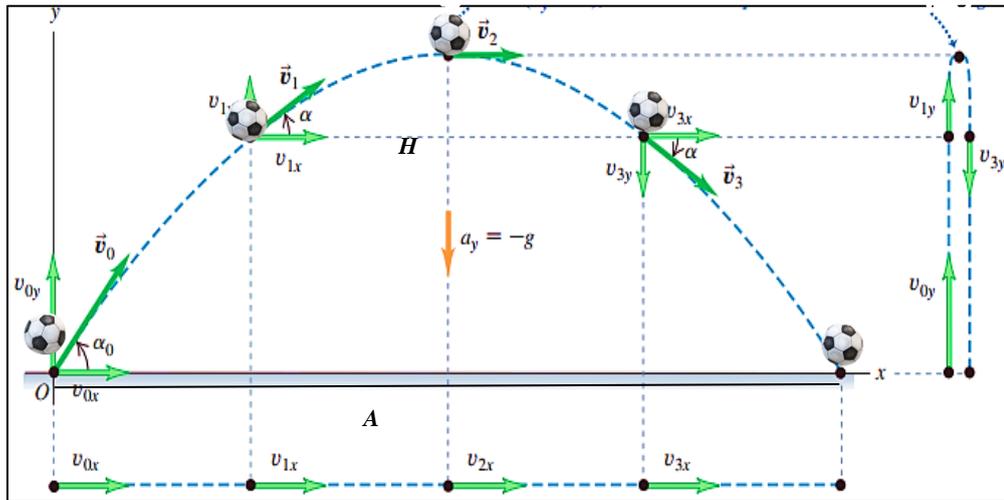
Já o conteúdo LO ou movimento de projéteis, apresenta-se conceitualmente, segundo Young e Freedman (2016, p. 82), pela “combinação de um movimento horizontal com velocidade constante e um movimento vertical com aceleração constante”. Dessa forma, o LO ocorre quando um corpo é lançado com uma velocidade inicial, obedecendo a uma trajetória determinada especificamente pela aceleração da gravidade desprezando a curvatura da terra e a resistência do ar.

À vista disso, o LO é uma particularidade do movimento oblíquo. Ou seja, pode-se afirmar que todo LO é um movimento oblíquo, mas nem todo movimento oblíquo é um LO. No que diz respeito ao conceito, ele poderia ser tratado ao longo de todo o texto como movimento oblíquo, considerando-o um caso específico.

Além disso, esse tipo de movimento é observado cotidianamente, como afirmam Young e Freedman (2016) e Doca, Biscuola e Bôas (2016), destacando que uma bola de beisebol rebatida, uma bola de futebol chutada e uma bala disparada por uma arma de fogo são exemplos de LO. A curva descrita pelo projétil ou corpo é a sua trajetória.

A Figura 8 traz uma representação que ilustra a trajetória de um projétil (bola) para o estudo dos conceitos dos elementos que compõem o LO

Figura 8 – Representação da ilustração da trajetória de um projétil (bola).



Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Young e Freedman (2016).

Na Figura 8, conforme Ana (2016), Young e Freedman (2016) e Nussenzveig (2013), no ponto mais alto da trajetória, o projétil possui velocidade vertical igual a zero ($v_{2y} = 0$) contudo, sua aceleração vertical continua sendo $a_y = -g$. Além disso, o projétil apresenta um movimento de aceleração com variação constante, que atua em oposição à força gravitacional da Terra no sentido vertical.

Na parte horizontal, Young e Freedman (2016) afirmam que o projétil apresenta um movimento com velocidade constante, sendo sua aceleração horizontal igual a zero. Conseqüentemente, ele percorre distâncias iguais em x intervalos de tempo iguais.

No tocante à parte conceitual, de maneira mais ampla e detalhada, o LO, conforme Nani *et al.* (2016), Young e Freedman (2016), Nussenzveig (2013) e Doca, Biscuola e Bôas (2016), é representado da seguinte forma.

Com base na Figura 8, observa-se que o modelo se divide em duas coordenadas, x e y , onde x representa a parte horizontal e y uma parte vertical. O componente da velocidade na direção x é representado por:

$$v_x = v_0 \cos(\alpha) \quad (1)$$

Como a gravidade é apenas na vertical, o movimento na coordenada x não sofre interferência da aceleração. Assim, o movimento na horizontal é caracterizado como Movimento Uniforme (MU):

$$x(t) = v_0 t \cos(\alpha) \quad (2)$$

Enquanto na vertical, o componente da velocidade inicial é representado por:

$$v_x = v_0 \text{sen}(\alpha) \quad (3)$$

No entanto, nesta direção, o projétil sofre influência de uma aceleração constante, a da gravidade g e, portanto, o movimento da partícula em y é caracterizado como um Movimento Uniformemente Variado (MUV), ou seja:

$$y(t) = v_0 t \text{sen}(\alpha) - \frac{gt^2}{2} \quad (4)$$

Além disso, quando se trata do Alcance (A) do LO, afirma-se que é a distância entre ponto de lançamento e o ponto final do movimento do projétil na curva, onde y volta a ser igual a zero, como mostrado na Figura 8.

Ademais, para calcular o valor A , é preciso saber o tempo de queda (T) do projétil, considerando-se que $y(T) = 0$. Para calcular T , apresenta-se o procedimento a seguir:

$$y(T) = v_0 T \text{sen}(\alpha) - \frac{gT^2}{2} \quad (5)$$

A equação 5 possui duas soluções: uma é representada por $T = 0$, onde o tempo não representa o tempo de queda do projétil. Para outra solução, basta se fazer a divisão de toda a equação (5) por T , isto é:

$$T = \frac{2v_0 \text{sen}(\alpha)}{g}, \quad (6)$$

como $x(T) = A$, substitui-se por T na equação (2), resultando-se na seguinte equação:

$$T = \frac{2v_0^2 \text{sen}(\alpha) \cos(\alpha)}{g} = \frac{v_0^2 \text{sen}(2\alpha)}{g}, \quad (7)$$

No que se refere à Altura Máxima (H) do LO, esta representa o maior valor que o projétil chegar em y , como representado na Figura 9. Então, faz-se a seguinte manipulação para encontrar a H , como apresentado a seguir:

Como a coordenada em y do projétil é descrita pelo MUV, então temos:

$$v_y = v_0 \text{sen}(\alpha) - gt, \quad (8)$$

como o projétil terá $v_y = 0$, assim restando a equação:

$$\tau = \frac{v_0 \text{sen}(\alpha)}{g} = \frac{T}{2} \quad (9)$$

Isto é, quando a partícula chega no máximo de seu percurso no ar, em vista disto $H = y(\tau)$, então:

$$H = v_0 t \text{sen}(\alpha) - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2 \text{sen}^2(\alpha)}{2g} \quad (10)$$

Para a curva que a partícula realiza no ar perante sua trajetória, quando o projétil

encontra-se em um determinado x , precisa-se saber onde se encontra $y(x)$. Assim, para encontrar a solução, é apenas isolar o t na equação (2), como apresentado a seguir:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \quad (11)$$

Em seguida, substitui-se na equação (4), então:

$$y\left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}\right) = xtg - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} \quad (12)$$

Após ser enfatizada a parte conceitual do Lançamento Oblíquo (LO), apresenta-se a relação do ensino desse tema com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Segundo a BNCC, conforme representado por Brasil (2018), o conteúdo de LO, ou Movimento de Projéteis, no componente curricular de Física, insere-se na área de Ciências da Natureza e é estudado no 1º ano do Ensino Médio. Este conteúdo está relacionado a diversas vertentes científicas, especialmente nos fenômenos naturais e aos aspectos tecnológicos, facilitando uma abordagem de maneira contextualizada.

Além disso, a BNCC descreve, segundo Brasil (2018, p. 538), que os jovens devem “permitir-se compreender a aplicação de modelos com maior nível de abstração e de propostas de intervenção em contextos mais amplos e complexos.” Isso pode possibilitar que os estudantes desenvolvam e utilizem recursos para diversos estudos, garantindo-lhes um conhecimento sólido e eficaz em diferentes vertentes científicas.

A parti dessas informações, tem-se que o LO é um conceito oriundo da cinemática, onde é utilizado em diversas aplicações, pois possibilita que os discentes investiguem situações do dia a dia, como já citada anteriormente, bem como movimento de uma bola de basquete, futebol, e de beisebol, podendo ampliar para qualquer comportamento de um projétil, regido pelos conceitos físicos adequados ao conceito de LO.

Ao abordar esse conteúdo em sala de aula, a BNCC recomenda que os docentes utilizem, em suas metodologias, a resolução de situações-problema e a prática experimental. Para mais, Cassal, Isaia e Orenge (2021, p. 2088) afirmam que “a inserção de novos recursos educacionais nas aulas, que possibilitem a realização de situações que envolvam atividades experimentais, nas quais o professor atue como mediador e não como transmissor do conhecimento, pode favorecer uma maior interação na sala de aula”.

Assim, os discentes podem realizar exercícios práticos para compreender os componentes do LO, que são: ângulo, velocidade, tempo, alcance e altura, utilizando ferramentas digitais, como *softwares* e simuladores. Entende-se que, segundo Brasil (2018), a utilização desses meios digitais auxilia na análise de dados, favorecendo a aprendizagem e

garantindo um conhecimento mais sólido. Além disso, estimula-se a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes.

Além do mais, o ensino do LO está ligado ao desenvolvimento da competência específica de número 1 da BNCC, conforme está descrito neste documento:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (Brasil, 2018, p. 540.)

Esse conceito também interage diretamente com a Matemática por meio do conceito de função quadrática, com ênfase no gráfico cujo comportamento é o de uma parábola. Esse estudo é evidenciado no conteúdo do LO por meio da trajetória da partícula, proporcionando uma interdisciplinaridade.

Portanto, o ensino do LO demonstra que, seguindo os princípios e diretrizes pertencentes à BNCC, sua aplicação correta pode contribuir para uma formação científica e tecnológica eficaz dos discentes. Além disso, esse ensino auxilia na solução de problemas, estimula a demanda investigativa e promove a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos em situações reais do cotidiano.

Assim, como destaca-se no estudo realizado por Souza (2020) sobre o LO por meio da experimentação com réplicas, junto aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio em uma escola estadual na cidade de Osório, no estado do Rio Grande do Sul, o qual resultou em dados positivos, contribuindo para uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

Bastos (2020) realizou um estudo sobre o LO por meio da construção e lançamento de foguetes de garrafas PET, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio no Instituto Riachuelo, no município de Capão da Canoa, no estado do Rio Grande do Sul. Esse estudo também trouxe resultados significativos, pois identificaram-se melhorias no entendimento do conteúdo, contribuindo positivamente para a aprendizagem dos estudantes.

As pesquisas de Souza (2020) e Bastos (2020) mostram que o LO é um conteúdo que, apesar de sua complexidade, quando trabalhado de maneira contextualizada, pode trazer respostas positivas para a aprendizagem dos estudantes.

2.6 O estudo do erro e das barreiras didáticas no processo de aprendizagem

Neste momento, será apresentado um estudo sobre o erro e os obstáculos didáticos no processo de aprendizagem, tendo como apoio teórico Brousseau (1983) e Almouloud (2007),

com ênfase em fundamentar, de maneira epistemológica, os equívocos que os participantes podem apresentar no decorrer da prática.

Quando se trata dos conhecimentos consolidados pelos alunos, segundo Brousseau (1983), eles são, comumente, ferramentas importantes, mas podem, eventualmente, constituir-se em fontes de dificuldades ou de erros, em razão da aprendizagem de novos conhecimentos.

Brousseau (1983) apresenta a noção de obstáculo epistemológico, com o objetivo de oferecer um olhar diferente sobre os erros dos estudantes, buscando compreender e esclarecer a atribuição do erro no processo de aprendizagem, bem como seus efeitos e consequências.

Em seus estudos, Almouloud (2007, p. 130) afirma que “a concepção de ‘cabeça vazia’, considera que o erro revela uma insuficiência de conhecimentos do aluno. Neste caso, o saber ainda não está suficientemente estável ou não está completamente construído e, portanto, não evita o erro por uma ação adequada de validação”.

Porém, na “concepção ‘massa mole’, o erro deve ser evitado para que não seja gravado no espírito do aluno, tornando-se persistente. Trata-se aqui de um processo de evitação’ desencadeado pelo professor, que não busca corrigir a raiz do erro, mas sim mostrar ao aluno a ‘maneira certa” (Almouloud, 2007, p. 130).

Além do mais, Almouloud (2007, p. 130), reforça que, na “concepção dos ‘pequenos passos’, o erro também deve ser evitado, mas, quando produzido, a causa não é a insuficiência de conhecimentos do aluno (“cabeça vazia” ou “massa mole”), mas a ‘progressão’ proposta, que não previu que um dos passos necessários para a concretização da tarefa não era ainda acessível ao aluno”.

Com base nos parágrafos anteriores, destaca-se a importância da presença do professor no momento de mostrar aos estudantes que o erro faz parte do processo de aprendizagem. Essa abordagem deve ser conduzida de forma minuciosa e orientada, para que o aluno compreenda que o erro é um elemento fundamental na construção do conhecimento..

Logo, para a construção de um acerto, o erro se faz essencial. Contudo, em determinados momentos, a falha torna-se inevitável. Dessa forma, erros dessa magnitude tornam-se comuns, apresentando obstáculos - conceito que será discutido a seguir.

Inicialmente, pode-se afirmar que a análise do erro baseia-se na noção de obstáculos, conforme fundamentada por Bachelard, e na teoria de equilíbrio, elaborada por Piaget. Estes inspiraram Brousseau (1983) a fundamentar a classificação dos obstáculos.

Por conseguinte, Almouloud (2007, p. 131) afirma que “o erro é a expressão, ou a manifestação explícita, de um conjunto de concepções espontâneas, ou reconstruídas, que, integradas em uma rede coerente de representações cognitivas, tornam-se obstáculo à aquisição

e ao domínio de novos conceitos”.

Diante disso, a construção da aprendizagem tem a finalidade de apresentar meio para superar estes obstáculos, pois o erro é uma passagem nitidamente obrigatória. Segundo Brousseau (1983, p. 171),

O erro não é somente o efeito da ignorância, da certeza, do acaso [...], mas o efeito de um conhecimento anterior que, por um tempo, era interessante e conduzia ao sucesso, mas agora se mostra falso, ou simplesmente inadaptável. Os erros deste tipo não são erráticos e imprevisíveis, mas se constituem em obstáculos. Tanto na ação do mestre, como na do aluno, o erro é constitutivo do sentido do conhecimento adquirido (Brousseau, 1983, p. 171).

Assim, pode-se observar que, nas palavras de Brousseau (1983), os erros cometidos por uma mesma pessoa estão ligados a um único fator, que pode ser: uma concepção sobre uma situação específica, uma forma particular de conhecer ou um determinado conhecimento que foi considerado correto em relação a uma área específica.

Diante disso, os obstáculos epistemológicos, segundo Almouloud (2007), estão relacionados ao processo de construção do conhecimento ao longo do contexto histórico e à própria concepção intelectual do estudante. Ou seja, tratam-se de saberes que contribuíram significativamente para o desenvolvimento histórico, mas que, mesmo sendo rejeitados, continuam presentes de forma implícita no conhecimento ensinado/aprendido.

Além disso, os obstáculos didáticos, conforme Brousseau (1983), são constituídos pela escolha de um projeto adotado pelo sistema educacional e pela efetivação das estratégias e métodos utilizados pelo docente. Com isso, o conhecimento passa a ser um fator a ser questionado quanto à sua validade ou, quando apresentado de maneira inconsistente, acaba se tornando um obstáculo para o avanço dos conceitos em estudo.

Conforme Pais (2012) e Maia (2021), os obstáculos psicológicos são constituídos quando o conteúdo apresentado pelo docente se distancia da vida cotidiana dos estudantes. Um exemplo disso é o conceito de zero, frequentemente compreendido como “nada”, entre outros elementos da Matemática que geram confusão.

Além disso, para Brousseau (1983), os obstáculos desenvolvimentais podem ser entendidos como as restrições neurofisiológicas do ser humano, conforme sua fase de evolução. Diante disso, uma exemplificação prática refere-se à linguagem conceitual da Matemática que, conforme a idade do aluno, não se faz compreendida por completo, demonstrando estar à frente do entendimento do estudante.

No entanto, os conceitos apresentados em relação ao erro levaram Brousseau (2008),

conforme Almouloud (2007, p. 2), a “ um estudo mais profundo sobre as condições que levariam um sujeito a usar de seus conhecimentos para tomar decisões e a estudar as razões dessa tomada de decisão”.

Assim, Almouloud (2007) descreve que o principal intuito da didática da Matemática é enfatizar as características de um processo de aprendizagem por meio de situações didáticas, conforme as apresentadas por Brousseau (2008). Tais situações direcionam o desenvolvimento do conhecimento dos alunos. Dessa maneira, nos dizeres de Almouloud (2007, p. 32) “o objeto central de estudo nessa teoria não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática, na qual são identificadas as interações entre professor, aluno e saber”.

Portanto, conforme descrito, percebe-se a necessidade de estudar situações de atividades avaliativas, tanto positivas quanto negativas, compreendendo que o erro contribui como fonte de informação para a construção de boas questões e indagações. Independentemente da metodologia de ensino adotada, essas atividades precisam instigar relações didáticas entre os alunos, os conceitos estudados e o docente.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Essa seção tem a finalidade de descrever todo o caminho e estrutura metodológica desta pesquisa, a saber: o lócus, sujeitos e métodos utilizados na pesquisa.

3.1 Lócus e Sujeitos da pesquisa

O lócus selecionado para esta investigação foi o laboratório de informática da Escola Pública Estadual Centro Educacional de Tempo Integral Tarcila Prado de Negreiros Mendes (CETI), localizada na sede do município de Humaitá, Amazonas. a aproximadamente 675 quilômetros da capital Manaus. A escola possuía 27 professores e 435 estudantes matriculados no momento da pesquisa. Estruturalmente, é composta por 24 salas de aula, laboratórios de ciências e informática, biblioteca, campo de futebol, piscina, sala de artes, quadra poliesportiva, TV Escola, sala de dança, refeitório e espaço administrativo.

A escolha do lócus se deu pelos seguintes motivos: ao realizar visitas nas três escolas que oferecem o Ensino Médio regular no município, o CETI foi a única escola que possuía um laboratório de informática com 20 computadores em funcionamento. Outro fator determinante foi a aceitação da direção em disponibilizar a escola para a aplicação da pesquisa.

O público que fez parte da investigação foi composto por estudantes de uma única turma de 1º ano do Ensino Médio da Escola CETI. A seleção da turma se deu pelo pesquisador por

meio do sorteio no *software Excel*, enquanto a seleção dos estudantes realizou-se pelo pesquisador, juntamente com os professores de Física da escola, em duas etapas. Na primeira etapa, os estudantes precisavam cumprir os seguintes critérios de inclusão: estar regularmente matriculados na escola CETI, no 1º ano do Ensino Médio, no componente curricular de Física e ter familiaridade com computadores. Além disso, foi utilizado o critério de exclusão: o estudante que faltar no dia da aula em que foi realizado o sorteio para seleção ou que, no momento do sorteio, não for selecionado entre os dez participantes, assim como o estudante que estiver envolvido em outro projeto durante o período de aplicação da pesquisa, foram excluídos da participação. Após a primeira etapa, os estudantes passaram pela segunda etapa por meio de sorteios realizados no *software Excel*. Assim, foram selecionados dez estudantes de uma única turma. Apesar da escolha de apenas dez participantes, todos foram importantes para a pesquisa, mas apenas três participantes tiveram suas produções analisadas. Isso ocorreu devido à complexidade de analisar, ouvir, descrever e explicar as informações de todos os estudantes, considerando a base teórica e metodológica utilizada na pesquisa. Além disso, apenas três estudantes participaram de todos os encontros.

Optou-se pelo 1º ano do Ensino Médio, devido ao conteúdo LO contemplar essa etapa, pois, além de ser de difícil compreensão, os alunos também estão iniciando esse ciclo, que se encontra cheio de desafios, e um deles é a realização de vestibulares. Com isso, através desse *software*, juntamente com alguns fundamentos teóricos, objetivou-se contribuir no processo de construção de conhecimentos sobre LO.

3.2 Métodos utilizados na pesquisa

Esta pesquisa foi classificada como pesquisa-ação, uma vez que ocorreu por meio de métodos específicos. Esses métodos estão sujeitos a um conjunto de procedimentos que atuam como uma conexão entre o conhecimento e a ação, permitindo a assimilação de novos conhecimentos por meio da ação. Desta forma, nessa investigação, tem-se que “do lado dos pesquisadores, trata-se de formular conceitos, buscar informações sobre situações; do lado dos atores, a questão remete à disposição a agir, a aprender, a transformar, a melhorar etc”. (Thiollent, 2011b, p. 08).

Além disso, segundo (Tripp, 2005; Thiollent, 2011b), a pesquisa-ação na Educação é um dos principais meios que contribuem para o desenvolvimento de professores e pesquisadores. Através de suas pesquisas, eles possibilitam o aprimoramento do ensino, interferindo de maneira significativa na aprendizagem dos estudantes.

Com isso, utilizando o SG por intermédio da ED, da TSD e de outros aportes teóricos, foi realizada essa investigação com o intuito de analisar a compreensão do LO, visando a deixar para os participantes suportes físicos e teóricos que pudessem auxiliar no desenvolvimento intelectual.

Com respeito à abordagem metodológica, esta pesquisa é de cunho qualitativo. Considera-se que a abordagem qualitativa busca compreender de forma dinâmica a relação entre o mundo real e o indivíduo, ou seja, os aspectos mais subjetivos do sujeito que não podem ser traduzidos por números (Creswell, 2021; Minayo, 2014; Prodanov; Freitas, 2013; Gil, 2008).

Assim, por meio dos procedimentos metodológicos, foram realizadas as coletas de dados da pesquisa. Inicialmente, foi utilizada a revisão de literatura nos bancos de dados digitais, com ênfase nos artigos, dissertações e teses. Além disso, a coleta de dados central desta pesquisa foi realizada por meio das observações com a utilização de gravações e fotos, e através das produções dos estudantes no *Software* GeoGebra, promovida pela sequência didática elaborada pelo professor. Essas produções serão analisadas de forma qualitativa dentro das etapas da TSD, apoiadas pela ED.

Ademais, a pesquisa é aportada nas quatro fases da ED, análises preliminares, concepção e análises *a priori*, experimentação, e análise *a posteriori* e da validação. Diante disto, a fase de análises preliminares concentrou-se no levantamento bibliográfico, em que foi utilizado o método de revisão bibliográfica, onde se buscou pesquisas que foram produzidas e publicadas por instituições científicas para ajudar a embasar teoricamente o estudo (Gil, 2008; Freitas; Prodanov, 2013). Assim, compreende-se que a revisão de literatura têm contribuições significativas para qualquer investigação, pois o pesquisador se apropria dessas informações no decorrer de sua pesquisa.

Para o embasamento para o procedimento de análise dos trabalhos selecionadas, optou-se pela Análise Textual Discursiva (ATD), fundamentada por Moraes e Galiazzi (2016). Esta teoria é constituída por três fases: unitarização, categorização e comunicação.

Na unitarização, segundo Moraes e Galiazzi (2016), as informações das pesquisas são transformadas do estado bruto e passam por lapidação por meio de recortes textuais relevantes ao tema investigado. Nessa fase, dá-se a escolha do banco de dados para a realização do levantamento bibliográfico. Com isso, escolheram-se o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com ênfase nos artigos, e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), enfatizando as teses e dissertações. Além disso, o percurso dessa revisão ocorreu por meio do recorte temporal dos

últimos 10 anos, ou seja, de 2014 a 2023.

O Portal de Periódicos CAPES foi selecionado para realizar esta investigação devido ao fato de conter um dos maiores acervos científicos virtuais do país, reunindo e oferecendo produções tanto em âmbito nacional quanto internacional, além de conter inúmeras indexações. Além disso, na data de 23 de agosto de 2023, quando as investigações tiveram início, foram encontrados, segundo a Capes (2023), “mais de 39 mil periódicos com texto completo e 396 bases de dados de conteúdo diversificado, incluindo referências, patentes, estatísticas, material audiovisual, normas técnicas, teses, dissertações, livros e obras de referência”.

O Portal BDTD foi escolhido pela riqueza de informações. Ao abrir sua interface na data de 23 de abril de 2023, apareceram mais de 133 instituições, contabilizando 596.625 dissertações e 221.761 teses. A base conta com mais de 818.386 produções científicas em diferentes áreas do conhecimento. Destarte, todas pertencem às publicações de nível nacional, isto é, foram realizadas por instituições brasileiras de caráter público, com grande destaque para as universidades.

Por conseguinte, para uma construção mais aprofundada sobre o estado da arte, as buscas e análises dos dados nos portais foram realizadas em três momentos alinhados a dois conjuntos de descritores distintos e no instante das buscas nos portais. No primeiro e no terceiro momento, tanto no Portal de Periódicos da CAPES quanto no Portal BDTD, foram utilizados cinco descritores, a saber: “Ensino Física, *Software GeoGebra*”; “Ensino Física, Sequências Didáticas”; “Lançamento Oblíquo, *Software GeoGebra*”; “Lançamento Oblíquo, Sequências Didáticas”; “Sequências Didáticas, *Software GeoGebra*”. No segundo momento, a busca se concentrou apenas no Portal de Periódicos CAPES e foi mediada pelos descritores “Modelagem Matemática, Ensino Física” e “Modelagem Matemática, Sequências Didáticas”.

Ressalta-se que todo o processo relacionado ao segundo momento, pelo fato de se utilizar o termo Modelagem Matemática, é apenas para a expansão da revisão. Esse termo e seus conceitos não foram aprofundados neste estudo, pois não estão alinhados diretamente com o tema central dessa investigação. No entanto, sua utilidade reside no fato de poder oferecer trabalhos que agreguem embasamento teórico a esta pesquisa.

Nos critérios de seleção automática no Portal de Periódicos (CAPES), foram utilizados: “Busca avançada”, “Qualquer campo”, “Revisados por pares”, “Recorte temporal” e “Relevância da pesquisa”. No Portal BDTD, foram utilizados na seleção automática: “Busca avançada”, “Recorte temporal”, “Assunto”, “Ensino Física”.

No que concerne ao primeiro e ao terceiro momento, composto pelas duas bases de dados, na seleção manual foram analisados os títulos, resumos e palavras-chave, com ênfase

em artigos e dissertações que estivessem vinculados ao Componente Curricular: Matemática e Física; Conteúdos: Função Afim, Função Quadrática, Conceitos Trigonométricos e Movimento Oblíquo; e o Tema Central: Tecnologia Digital no Ensino de Física, relacionado a Sequências Didáticas e ao Lançamento Oblíquo. Além disso, no segundo momento, apenas o Tema sofrerá mudanças, pois enfatizará: Tecnologia Digital no Ensino de Física, relacionado a Sequências Didáticas e à Modelagem Matemática.

A fase de categorização, segundo Moraes e Galiuzzi (2016), é o momento de identificar e agrupar os itens a serem analisados, descrevendo as diferenças e similaridades entre as temáticas investigadas.

À vista disso, no primeiro e no terceiro momento, os pontos a serem categorizados foram: problema investigado, conteúdo, componente curricular, referencial teórico, nível de ensino e região do Brasil. No segundo momento, os pontos categorizados foram: componente curricular, conteúdo, nível de ensino, instrumento tecnológico digital e teoria utilizada na aplicação.

A fase de comunicação, segundo Moraes e Galiuzzi (2016), é o momento em que o pesquisador já realizou a análise das produções e, por meio de metatextos, expõe os pontos apresentados na categorização, com o intuito de fazer a interação entre as obras e a relação que essas pesquisas têm com a investigação em andamento.

No instante da concepção e análises *a priori*, foi o momento em que foi determinado o público-alvo, o número de encontro, construção da SD a hipóteses vinculadas a estratégias. À vista disso, na aplicação desta investigação, aconteceram três encontros, com duração de cinquenta minutos cada. Os encontros foram realizados no ambiente escolar dos estudantes, especificamente no laboratório de informática, no contraturno das aulas da disciplina de Física, com o intuito de oferecer um local que já faça parte do cotidiano dos participantes, interferindo minimamente no momento em que os estudantes estiverem desenvolvendo a SD, assim, contribuindo para um bom andamento da construção do conhecimento dos estudantes.

Ressalta-se que o primeiro contato para a escolha dos participantes e aplicação pesquisa ocorreram após a validação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Neste primeiro contato, ocorreu a parte de ambientação do pesquisador com os estudantes. Ademais, de maneira transparente, foi explicado como iria acontecer a pesquisa, com intuito de instigar os estudantes a participarem. A seleção da turma se deu pelo pesquisador por meio do sorteio no *software Excel*, enquanto os estudantes foram selecionados pelo pesquisador, juntamente com a professora de Física da escola, em duas etapas. Na primeira etapa, os estudantes precisavam cumprir os seguintes critérios de inclusão: estar regularmente matriculados na escola CETI, no

1º ano do Ensino Médio, no componente curricular de Física e ter familiaridade com computadores. Além disso, foi utilizado como critérios de exclusão: o estudante que faltasse no dia da aula em que foi realizado o sorteio para seleção ou que, no momento do sorteio, não fosse selecionado entre os dez participantes, bem como o estudante que estivesse envolvido em outro projeto durante o período de aplicação da pesquisa. Após a primeira etapa, os estudantes passaram pela segunda etapa por meio de sorteios realizados no *software Excel*. Assim, foram selecionados dez estudantes de uma única turma. Apesar da escolha de dez participantes, todos foram importantes para a pesquisa, mas apenas três participantes tiveram suas produções analisadas. Isso ocorreu devido à complexidade de analisar, ouvir, descrever e explanar as informações de todos os estudantes, considerando a base teórica e metodológica utilizadas na pesquisa.

Por conseguinte, ainda sobre o primeiro contato, foi explicado sobre a autorização dos termos que foram assinados pelos responsáveis dos participantes da pesquisa, sobre o uso de imagem e áudio.

Na etapa de experimentação, ocorreu a aplicação da pesquisa, composta por uma atividade da SD. Em relação ao primeiro, segundo e terceiro encontros, com base no referencial teórico de Brousseau (1996, 2008) e no referencial metodológico elaborado por Artigue (1996), deu-se início à parte experimental, envolvendo os estudantes participantes com o objetivo de inseri-los em ação na SD. Por conseguinte, aconteceu uma conversa com o objetivo de instigar os estudantes sobre os seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo LO. Na sequência, foram desenvolvidas SD no SG pelos estudantes. Em cada passo do desenvolvimento, realizaram-se perguntas abertas e fechadas com o intuito de promover para os participantes um ambiente de aprendizagem de maneira significativa sobre o conteúdo LO.

Reforçando a parte experimental, o pesquisador desenvolveu os passos da sequência didática juntamente com os participantes de maneira direta e indireta. Além disso, estava realizando nessa etapa observações, anotações, articulações e indagações, pois o investigador se colocou como mediador no processo de construção de conhecimentos com respeito ao conteúdo adotado na pesquisa. Os estudantes tiveram uma missão, isto é, através das produções, expor suas ideias diante dos questionamentos, fazendo com que eles chegassem às suas próprias conclusões, sempre baseando-se nas orientações do pesquisador.

A última fase foi descrita pelas análises *a posteriori*, em que analisaram-se as informações produzidas, contando -se com as fases didáticas sistematizadas pelo professor com base na Teoria das Situações Didáticas regida por Brousseau (1996, 2008) e a Engenharia Didática formulada por Artigue (1996). A respeito das análises das sequências didáticas desenvolvidas,

estas ocorreram em dois momentos com a intenção de adquirir uma leitura profunda dos conteúdos produzidos.

No primeiro momento, foram analisadas as informações apresentadas nas observações e nas falas com os participantes, extraídas por meio de gravações e fotos. No segundo momento, foram analisadas as produções desenvolvidas pelos estudantes no SG por meio da sequência didática.

Logo, todas as análises feitas tiveram o intuito de contemplar o objetivo da pesquisa, que é validar a sequência didática construída para o processo de aprendizagem do Lançamento Oblíquo dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá, Amazonas, utilizando o *Software* GeoGebra.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base na TSD, de Brousseau (1996, 2008), e na ED, formulada por Artigue (1996), esta seção é descrita nos passos da ED. Inicialmente, são apresentações as *análises preliminares*, nas quais foram descritas as análises realizadas a partir dos artigos e dissertações selecionados por meio da revisão bibliográfica. Em seguida, são discutidas a concepção e a *análise a priori*, que incluem as hipóteses e estratégias elaboradas pelo pesquisador. Posteriormente, é detalhada a etapa de *experimentação*, onde se descreve como ocorreu a aplicação da sequência didática, sendo o momento em que se obtêm os dados para análises por meio de gravações, filmagens etc. Por fim, são expostas as *análises a posteriori e a validação*, nas quais foram apresentados os relatos e as produções dos estudantes por meio da sequência didática.

4.1 Análises preliminares

As contribuições do Portal de Periódicos da CAPES foram analisadas em dois momentos considerando descritores diferentes. Posteriormente, foram consideradas as contribuições da Base de Dados BDTD, constituído por outro momento. Os resultados e as análises das atividades foram realizadas dentro da primeira fase da ED, bem como as análises preliminares, com ênfase na revisão bibliográfica, e embasado nas três fases da ATD descrita por Moraes e Galiazzi (2016): unitarização, categorização e comunicação, as quais são apresentadas nas seções seguintes.

4.2 Ensino de Física utilizando o Geogebra

Com todo o aporte teórico de uma revisão bibliográfica sistemática, a partir do levantamento de dados no Portal de Periódicos CAPES, apresentam-se nessa sequência as análises dos resultados, Nos primeiro, segundo e terceiro momentos, são apresentadas as análises dos resultados do Portal BDTD.

4.2.1 Primeiro Momento

4.2.1.1 Artigos selecionados

Inicialmente, com o uso dos filtros de seleção automática “Busca Avançada”, “Qualquer Campo”, “Recorte Temporal”, “Revisados por Pares” e “Relevância da Pesquisa”, utilizando os descritores: “Ensino Física, *Software GeoGebra*” resultaram em 23 artigos; “Ensino Física, Sequências Didáticas” contabilizaram 226 artigos; “Lançamento Oblíquo, *Software GeoGebra*” resultaram em 0 artigo; “Lançamento Oblíquo, Sequências Didáticas” apresentaram em apenas 1 artigo; “Sequências Didáticas, *Software GeoGebra*” contabilizaram 10 artigos.

Foram analisados títulos, resumos e palavras-chave, com ênfase em artigos que estivessem vinculados ao Componente Curricular: Matemática e Física; Conteúdo: Função Afim, Função Quadrática, Conceitos Trigonométricos e Lançamento Oblíquo; e o Tema: Tecnologia Digital no Ensino de Física, relacionados a Sequências Didáticas e o Lançamento Oblíquo. À vista disso, para o descritor “Ensino Física, *Software GeoGebra*” dos 23 artigos contabilizados, apenas 6 foram selecionados. Por conseguinte, para o descritor “Ensino Física, Sequências Didáticas”, dos 226 artigos, apenas 6 foram escolhidos. No entanto, para o descritor “Lançamento Oblíquo, *Software GeoGebra*”, como o resultado foi zero artigo, este foi retirado da seleção. Entretanto, para o descritor “Lançamento Oblíquo, Sequências Didáticas”, com apenas 1 artigo contabilizado, este foi selecionado. Já para o descritor “Sequências Didáticas, *Software GeoGebra*”, dos 10 artigos contabilizados, apenas 1 foi selecionado.

Com base nas informações do parágrafo anterior, foram selecionados 14 artigos. Além disso, esses artigos foram denominados de T1 a T14, sem distinção de descritores, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Artigos selecionados

Nº	Títulos	Autores	Revista	Ano
T1	Uso dos <i>Softwares</i> Geogebra e <i>Winplot</i> no Estudo de Funções Transcendentes.	Santos; Macêdo	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	2015

T2	Ensino e aprendizagem de funções trigonométricas por meio do <i>software</i> Geogebra aliado à Modelagem Matemática	Melo; Fireman	Revista Eletrônica de Educação Matemática	2016
T3	A utilização da simulação “força e movimento” da plataforma PhET, como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio	Silva; Melo	Revista Educação e Emancipação	2016
T4	Um simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples desenvolvido utilizando o GeoGebra	Soares; Carmo	Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia	2016
T5	A importância da Sequência Didática como metodologia no ensino da disciplina de Física Moderna no Ensino Médio	Lima	Revista Triângulo	2018
T6	O uso do GeoGebra na resolução de questões sobre movimento uniforme	Tenório; Neto	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo	2019
T7	Um relato de experiência no ensino de funções quadráticas com a utilização do <i>software</i> GeoGebra	Molinari; Santos; Retslaff	Revista Eletrônica da Matemática	2019
T8	Simuladores com o <i>software</i> GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da Física	Araujo; Bracho	Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional	2020
T9	Função Quadrática e Lançamento Oblíquo: proposta de uma abordagem investigativa	Silva; Assis; Travain.	Revista Insignare Scientia	2020
T10	Sequência Didática para alunos do Ensino Médio: o estudo de conceitos físicos para aprendizagem da lei do movimento	Jesus; Santos	Revista Prática Docente	2020
T11	Contrato didático no ensino remoto: um contributo para o estudo de área aliado ao SG	Rodrigues <i>et al.</i>	Revista Binacional Brasil – Argentina	2021
T12	Engenharia didática e Teoria das Situações Didáticas: um contributo ao ensino de Geometria Analítica com o <i>software</i> GeoGebra	Sousa; Azevedo; Alves	Revista Binacional Brasil – Argentina	2021
T13	Sequência didática no ensino de lançamento oblíquo com auxílio de simulador da plataforma PhET	Lavor; Oliveira	Revista Educar Mais	2022
T14	Conteúdo imagético dinâmico sobre polarização da luz: explorando potencialidades do GeoGebra para o Ensino de Física no Nível Superior	Andrade; Jesus; Alves	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo	2023

Fonte: De autoria própria (2023).

Observa-se que, no Quadro 1, dos artigos selecionados com base nos critérios elencados,

encontraram-se artigos que foram publicados entre o período de 2015 e 2023. Também foi observado que os Qualis referentes à área de ensino dos artigos selecionados estão desde o Qualis **B4** até o Qualis **A1**.

4.2.1.2 Categorização dos artigos selecionados

4.2.1.2.1 Problema investigado

Na análise dos artigos selecionados, com ênfase no “problema investigado”, foram obtidas as seguintes informações, as quais estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Problema investigado dos artigos selecionados.

Problema investigado	Artigos
De que forma as Tecnologias da Informação e Comunicação, com ênfase nos <i>softwares</i> Winplot e GeoGebra, são aptas para o progresso da Educação Matemática e para a expansão do conhecimento dos estudantes, especialmente em funções transcendentais, do curso de Informática vinculado à Matemática(Santos; Macêdo, 2015)?	T1
Quais são as contribuições para o ensino e a aprendizagem de funções trigonométricas utilizando o SG aliado à modelagem matemática (Melo; Fireman, 2016)?	T2
Como a utilização das simulações nos simuladores da Plataforma PhET – <i>Interactive Simulations</i> da Universidade do Colorado, junto a uma sequência didática, proporciona uma aula interativa e dinâmica para a compreensão do “Trabalho de uma força”(Silva; Melo, 2016)?	T3
Quais são as contribuições de uma proposta de simulador virtual para o ensino do conteúdo Movimento Harmônico Simples (Soares; Carmo, 2016)?	T4
Quais pesquisas valorizam a Sequência Didática, alinhadas à sua metodologia, como aporte para a aprendizagem dos estudantes sobre os conteúdos de Física Moderna (Lima, 2018)?	T5
Quais influências o GeoGebra oferece na compreensão do Movimento Uniforme, e se a utilização desta ferramenta auxilia ou é apenas a inserção da informática no ensino tradicional (Tenório; Neto, 2019)?	T6
O uso do <i>software</i> GeoGebra, aliado à metodologia, pode facilitar a aprendizagem dos estudantes de Funções Quadráticas em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública (Molinari; Santos; Retslaff, 2018)?	T7
Quais contribuições dois simuladores computacionais formulados no <i>Software</i> GeoGebra oferece para aprendizagem dos conteúdo Movimentos Parabólico e Harmônico Simples (Araujo; Bracho, 2020)?	T8
Quais são os benefícios para o ensino e a aprendizagem quando se utiliza “uma atividade experimental de cunho investigativo para abordar função quadrática e lançamento oblíquo, com o uso do recurso de GeoGebra para trabalhar a formalização algébrica da trajetória de tal lançamento”(Silva; Assis; Travain, 2020, p. 336)?	T9
É possível aprender sobre a Primeira Lei do Movimento por meio da contextualização de conceitos físicos e através de uma abordagem com a utilização de material manipulável (Santos, 2020, p. 1684)?	T10

A descrição de “uma proposta didática pode contribuir para o estudo de área no ensino remoto, utilizando o contrato didático, por meio da Teoria das Situações Didáticas e amparado pelo <i>software</i> GeoGebra” (Rodrigues <i>et al.</i> , 2021, p. 235)?	T11
“Como os futuros docentes poderiam abordar a Geometria Analítica em sala de aula, fora do viés Tradicional” (Sousa; Azevedo; Alves, 2021, p. 360)?	T12
Quais são os efeitos de utilizar um simulador junto à Sequência Didática como recurso metodológico para a aprendizagem dos estudantes de um curso de licenciatura em Ciências que são integrantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, sobre o conteúdo de Movimento Oblíquo (Lavor; Oliveira, 2022)?	T13
Simuladores “elaborados no <i>software</i> livre GeoGebra facilitam o estudo sobre a polarização da onda eletromagnética monocromática de frente de onda plana e a polarização via absorção seletiva, reflexão e birrefringência” (Andrade; Jesus; Alves, 2023, p. 107).	T14

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 2, verificou-se que os artigos T1, T2, T4, T6, T7, T8, T9, T11, T12 e T14 tratam da utilização do *software* como solução no ensino e na aprendizagem dos conteúdos de Física e Matemática. Já T3, T5, T10 e T11 enfatizam a importância das Sequências Didáticas e de materiais didáticos concretos, aliados à metodologia, contribuindo para a visualização dos conceitos em acontecimentos do dia a dia, com isso, auxiliando no estudo do problema investigado.

4.2.1.2.2 Conteúdo

Conforme a análise dos artigos selecionados, no tópico “conteúdo”, foram geradas as informações que estão representadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Conteúdo dos artigos selecionados.

Conteúdo	Artigos
Funções Transcendentes: funções trigonométricas, trigonométricas inversas, exponencial e logarítmica	T1, T2
Funções Trigonométricas	T2
Trabalho de uma força	T3
Movimento Harmônico Simples	T4, T8
Física Moderna	T5
Movimento Uniforme	T6
Função Quadrática	T7, T9
Movimentos Parabólicos	T8
Lançamento Oblíquo	T9
Primeira lei de Newton	T10
Áreas do quadrado, triângulo, retângulos losango e trapézio.	T11
Matrizes, retas, circunferências, cálculo de distâncias e áreas.	T12
Movimento Oblíquo	T13

Onda Eletromagnética Monocromática, polarização da Onda Eletromagnética Monocromática de frente de onda plana e polarização via absorção seletiva, reflexão e birrefringência	T14
--	-----

Fonte: De autoria própria (2023).

Com relação ao Quadro 3, observa-se que T4 e T8, em parte, compartilharam o mesmo conteúdo, que é o Movimento Harmônico Simples. Além disso, os trabalhos T7 e T9 utilizaram, em parte, a função quadrática. Além destes, T1 e T2 também compartilham do mesmo conteúdo em partes. Por outro lado, T3, T5, T6, T8, T10, T11, T12, T13 e T14 abordaram conceitos distintos.

4.2.1.2.3 Componente curricular

Após a análise dos trabalhos selecionados, com ênfase no “componente curricular”, obtiveram-se as informações apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Componente curricular dos artigos selecionados.

Componente curricular	Artigos
Matemática	T1, T2, T7, T9, T11, T12
Física	T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T13, T14

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 4, percebe-se que o T9 fez a utilização de ambos os componentes curriculares. Além disso, observa-se que T1, T2, T7, T9, T11 e T12 fizeram parte do componente curricular de Matemática. Ademais, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T13 e T14 utilizaram o componente curricular relacionado ao tema desta investigação. Também foi observado que as investigações aprofundaram o contexto histórico das disciplinas e destacaram a importância da prática interdisciplinar.

4.2.1.2.4 Referencial teórico

No que diz respeito ao “referencial teórico” dos trabalhos selecionados, obtiveram-se as seguintes informações, conforme se apresenta no Quadro 5.

Quadro 5 - Referencial teórico dos artigos selecionados.

Referencial teórico	Artigos
Ausubel (1998)	T2, T10

Brousseau (1986); Artigue (1988)	T11, T12, T5
Zabala (1998)	T1, T5
Moran (2002); Moran (2007)	T4, T7
D’Ambrósio (2001)	T6
Koper (2003); Santos (2007)	T8
Borges (2002); Batista e Silva (2018)	T9
Borges (2002); Batista e Silva (2018)	T13
Bachelard(1996); Duval (2012)	T14

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 5, observa-se que T2 e T10 utilizaram a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Já os trabalhos T11 e T12 optaram pela utilização da Teoria das Situações Didáticas descrita por Guy Brousseau e a Engenharia Didática, elaborada por Michèle Artigue. Quanto a T1 e T5, seus artigos foram embasados nos Parâmetros da Sequência Didática, baseada nas ideias de Zabala. Já os artigos T3, T4, T7, T6, T8 e T9 utilizaram os teóricos apenas como embasamento, pois não optaram por se embasar por uma teoria específica para direcionar suas investigações. Por fim, as investigações que utilizaram aporte teórico equivalente ao tema dessa revisão foram T11 e T12, pois recorreram à Teoria das Situações Didáticas, descrita por Guy Brousseau.

4.2.1.2.5 Nível de ensino

No que diz respeito ao “nível de ensino” dos trabalhos selecionados, obtiveram-se as seguintes informações, conforme apresenta o Quadro 6.

Quadro 6 - Nível de ensino dos artigos selecionados.

Nível de ensino	Artigos
Fundamental II	T7
Médio	T2, T3, T5, T6, T8, T9, T10, T11, T12
Superior	T1, T4, T13, T4

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 6, observa-se que o T7 foi o único que representou o segmento do Ensino Fundamental II. No caso de T2, T3, T5, T6, T8, T9, T10, T11 e T12, suas investigações

foram realizadas no Ensino Médio. Já T1, T4, T13 e T14 conduziram suas pesquisas no nível superior. Além disso, quando se trata da similaridade com o nível de ensino desta revisão, percebe-se que a maior parte dos artigos selecionados está diretamente vinculada com a proposta da presente investigação.

4.2.1.2.6 Região do Brasil

No que diz respeito a “região do Brasil” dos artigos selecionados, com foco na localização geográfica das instituições dos autores, levando em consideração a instituição do primeiro autor ou localidade em que foi aplicada a pesquisa, todas as regiões do Brasil foram contempladas, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 - Região do Brasil dos artigos selecionados.

Região do Brasil	Artigos
Norte	T13
Nordeste	T2, T3, T10, T11, T12, T14
Centro-oeste	Não se aplica
Sudeste	T1, T4, T5, T6, T8, T9
Sul	T7

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 7, observa-se que o T13 pertence à região Norte. Em relação aos artigos que fazem parte da região Nordeste, tem-se o T2, T3, T10, T11, T12 e T14. Já as pesquisas T1, T4, T13, T14 e T15 são da região Sudeste. Quanto ao T7, ele pertence à região Sul. Em vista disso, observa-se que, associado com a região onde essa revisão foi feita, há apenas um artigo selecionado.

4.2.1.3 Síntese dos artigos

Este momento é constituído pela terceira etapa da ATD, onde é mostrado a construção de “metatextos” sintetizados, complementando os pontos categorizados, com respeito aos artigos selecionados, relacionando-os com o tema desta investigação.

O artigo T1, elaborado por Santos e Macêdo (2015), aborda um estudo sobre Funções Transcendentes, utilizando dois *softwares*, Winplot e GeoGebra, com discentes dos cursos de Matemática e Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG). Nele, enfatizou-se a parte geométrica, identificando a aplicabilidade do Winplot e do GeoGebra na formação de docentes dos cursos de Matemática e Física. O

resultado dessa investigação se mostrou satisfatório, pois os discentes tiveram um aprendizado significativo do conteúdo em estudo utilizando os *softwares*

O artigo T2, descrito por Melo e Fireman (2016), contempla um estudo sobre as contribuições da utilização do *Software GeoGebra* aliado à modelagem matemática no ensino e aprendizagem das Funções Trigonométricas seno e cosseno. Além disso, esta pesquisa foi aplicada a 18 estudantes da segunda série do Ensino Médio da rede pública de Educação da cidade de Marechal Deodoro, no estado de Alagoas. Os resultados da pesquisa mostraram que o uso do *software GeoGebra* dinamizou o processo de ensino e melhorou a aprendizagem de funções trigonométricas (Melo e Fireman, 2016, p. 12).

O artigo T3, descrito por Silva e Melo (2016), aborda um estudo sobre o Trabalho de uma Força utilizando a plataforma PhET - *Interactive Simulations*, com 29 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de Teresina, no estado do Piauí. Aplicou-se uma Sequência Didática utilizando simulação inserida na plataforma PhET, com o intuito de mostrar que essa ferramenta tecnológica pode ser uma alternativa para o ensino atual, desvinculando-se em parte do ensino tradicional. O resultado deste estudo foi positivo, pois os participantes da pesquisa mostraram entusiasmo no momento da experimentação. Além disso, contribuiu para uma aprendizagem mais atrativa e construtiva.

No que diz respeito ao artigo T4, formulado por Soares e Carmo (2016), este apresenta um estudo sobre o Movimento Harmônico Simples (MHS) por meio do *software GeoGebra*, através do desenvolvimento de um simulador virtual. Trata-se de uma proposta de construção de material pedagógico que objetivou colaborar com os processos de ensino e de aprendizagem do conteúdo de MHS. O resultado desta investigação foi positivo, pois concluiu-se “que a utilização do GeoGebra como plataforma para o desenvolvimento é bastante acessível e de utilização relativamente simples” (Soares; Carmo, p. 39). Desta forma, o professor pode formular simuladores e animações com certa facilidade e, assim, contribuir de forma significativa para aulas de qualidade, impactando positivamente o aprendizado do estudante.

O artigo T5, descrito por Lima (2018), aborda um estudo de caráter bibliográfico enfatizando diversos autores com aptidão pedagógica sobre o Ensino de Física Moderna e a Sequência Didática. O objetivo foi discutir percursos didáticos visando à aprendizagem de Física, por meio de pesquisas de campo que estimulem a aprendizagem dos estudantes através dos percursos metodológicos utilizados em uma Sequência Didática. O resultado dessa pesquisa foi positivo, pois a Sequência Didática, como metodologia, mostrou-se eficaz nos trabalhos analisados, contribuindo para a investigação de cunho científico e potencializando a aprendizagem experienciada pelos estudantes nos diversos níveis dos processos didáticos relatados.

O artigo T6, descrito por Tenório e Neto (2019), aborda um estudo sobre cinemática com ênfase no conteúdo Movimento Uniforme com o uso do GeoGebra em aulas de Física, onde o objetivo foi identificar a influência desse *software* na solução dos exercícios e problemas do conteúdo em estudo. A pesquisa foi aplicada a 46 estudantes em duas turmas do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual da cidade de Campo Grande, no estado do Rio de Janeiro. Na prática, os problemas que precisavam ser solucionados foram aplicados a estudantes que fizeram uso do GeoGebra, enquanto outros não o utilizaram. Por fim, o resultado desta pesquisa foi positivo, visto que os estudantes que não usaram o GeoGebra para a resolução dos problemas encontraram dificuldades na construção das funções horárias e na análise dos gráficos. Por outro lado, os estudantes que utilizaram o *software* tiveram facilidades, uma vez que ele dinamizou os cálculos e a formulação dos gráficos, facilitando a aprendizagem.

Acerca do artigo T7, elaborado por Molinari, Santos e Retslaff (2018), este apresenta um estudo sobre Funções Quadráticas utilizando o *Software* GeoGebra, com estudantes do Ensino Fundamental, em uma turma de nono ano de uma escola pública. O objetivo foi investigar como a tecnologia digital aliada à investigação tende a ser uma metodologia eficiente na construção do conhecimento dos estudantes, contribuindo para a aprendizagem da função quadrática. Na parte experimental, inicialmente foi apresentado o conceito de função quadrática e realizadas atividades ligadas à formulação de gráficos, primeiro no caderno. Após a conclusão dessas atividades sem o uso de meios digitais, os estudantes realizaram as mesmas atividades, mas agora utilizando o *Software* GeoGebra. O resultado dessa pesquisa foi satisfatório, visto que os estudantes encontraram maior facilidade na compreensão do conteúdo ao utilizarem o *software* GeoGebra. Assim, foi observado que o uso de meios tecnológicos aliados à investigação torna-se uma metodologia eficaz para o ensino e a aprendizagem.

Já o artigo T8, elaborado por Araujo e Bracho (2020), apresenta uma proposta de dois simuladores computacionais formulados no *Software* GeoGebra para o estudo dos Movimentos Parabólico e Harmônico Simples, qualificando-se os simuladores como materiais pedagógicos. Para a utilização desses simuladores no ensino dos Movimentos Parabólico e Harmônico Simples, é recomendado, por meio do planejamento, dividi-los em três etapas: a primeira, constituída pelos aspectos teóricos a serem estudados; a segunda, pela utilização dos simuladores para relacionar com o ente modelado; e a terceira contempla as conclusões que se pode ter após a realização das atividades. Por fim, esta pesquisa mostrou que estes simuladores virtuais podem trazer grandes contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem desses conteúdos de Física.

Com relação ao artigo T9, formulado por Silva, Assis e Travain (2020), este aborda uma

proposta com o uso de uma atividade experimental para o estudo de Função Quadrática e Lançamento Oblíquo de maneira investigativa, buscando fazer uma abordagem dos conceitos mais simples e compreensíveis, na tentativa de instigar o interesse do estudante pelo conteúdo, além de orientá-los na formulação e compreensão da teoria fundamentada em uma situação real. Com isso, recomenda-se utilizar elementos de baixo custo na elaboração do minifoguete e o *Software* GeoGebra como recursos tecnológicos para análise nas discussões dos resultados. Esta proposta é indicada para aplicação com estudantes do Ensino Médio e deve ser aplicada sem discussões pré-estabelecidas sobre os conteúdos de Função Quadrática e Lançamento Oblíquo. Por fim, esta pesquisa mostra que, por meio das observações e discussões durante a parte experimental, podem ser validadas propriedades e conceitos, levando os estudantes a fazerem interações entre os conceitos e a situação real do cotidiano, além de possibilitar a formalização da Matemática que, na maioria das vezes, é tratada como algo apenas abstrato, expandindo também o conhecimento em Física.

O artigo T10, elaborado por Santos (2020), aborda uma investigação sobre o estudo da Primeira Lei de Newton, utilizando materiais manipuláveis por meio de uma sequência didática alicerçada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, com 81 estudantes de três turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública, localizada na cidade de Amargosa, no estado da Bahia. O objetivo foi promover discussões, através de uma sequência didática com o uso de materiais manipuláveis, levando a uma aprendizagem significativa sobre a Primeira Lei de Newton. Na parte experimental, a atividade foi dividida em três fases, a saber: organização prévia, atividade central e discussão. O resultado deste estudo foi positivo, uma vez que, a partir dos conhecimentos específicos de cada estudante, através dos materiais manipuláveis e por meio de uma sequência didática, foi possível a construção de “novos” conhecimentos sobre a Primeira Lei de Newton.

O artigo T11, formulado por Rodrigues *et al.* (2021), aborda um estudo por meio de uma metodologia de ensino com base na Teoria das Situações Didáticas, mediada pelo *Software* GeoGebra, realizada no componente curricular de Matemática de maneira remota, com 25 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de tempo integral, localizada no Ceará. O objetivo foi descrever, por meio do contrato didático em um ambiente virtual, um plano didático sobre a área de figuras planas. No decorrer do processo de investigação, foram utilizadas as fases da Engenharia Didática aliadas ao *software* GeoGebra. O resultado desta investigação mostrou que a junção da Teoria das Situações Didáticas e a Engenharia Didática, alicerçadas no GeoGebra e utilizando o contrato didático no ensino à distância contribuiu para a aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo de área de figuras planas.

Com relação ao artigo T12, elaborado por Sousa, Azevedo e Alves (2021), este apresenta uma proposta como método de ensino, com o uso do GeoGebra no estudo da Geometria Analítica, com aporte teórico da Teoria das Situações Didáticas e da Engenharia Didática. O objetivo desta pesquisa é disponibilizar opções de ferramentas metodológicas, como o *software* GeoGebra, contribuindo para a interatividade e a parte visual voltadas ao ensino de Geometria Analítica, com ênfase nos professores de Matemática. No procedimento metodológico, utilizam-se as fases da Engenharia Didática. Por fim, esta proposta, quando aplicada utilizando os meios teóricos e tecnológicos apresentados, contribui de maneira significativa para o ensino e a aprendizagem da Geometria Analítica.

Com respeito ao artigo A13, elaborado por Labor e Oliveira (2022), foi realizada uma investigação com 12 participantes do PIBID do curso de licenciatura em Ciências: Matemática e Física da Universidade Federal do Amazonas, localizada ao sul do estado do Amazonas, através da qual estudou-se o Movimento Oblíquo por meio de sequências didáticas utilizando um simulador da plataforma PhET. Isso resultou em contribuições significativas na aprendizagem dos discentes.

No tocante ao artigo T14, formulado por Andrade, Jesus e Alves (2023), este apresenta um material didático formulado no *software* GeoGebra para o estudo dos conteúdos, segundo Andrade, Jesus e Alves (2023, p. 107), de “polarização da Onda Eletromagnética Monocromática de frente de onda plana e os métodos de polarização via absorção seletiva, reflexão e birrefringência”. Além disso, esses materiais construídos no GeoGebra também contribuem para a aprendizagem digital e para construções semânticas apropriadas. Por fim, a pesquisa afirma que dominar o manuseio do GeoGebra traz ganhos em todos os níveis de ensino.

4.2.1.4 Discussões dos artigos

Neste momento, ainda contemplando a terceira etapa da ATD, enfatiza-se a utilização do *software* GeoGebra como ferramenta pedagógica no ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física, além de se basear no tema desta pesquisa.

No que concerne os artigos analisados, oito foram aplicações com participantes, um abordou revisão bibliográfica e cinco propostas como material pedagógico. Além disso, dos catorze, apenas dez utilizaram o *Software* GeoGebra como material pedagógico, a saber: T1, T2, T4, T6, T7, T8, T9, T11, T12 e T14. Desses, cinco artigos, sendo eles T4, T6, T8, T9 e T14, foram responsáveis pelo estudo dos conteúdos de Física, enquanto os outros cinco artigos focaram-se no estudo dos conteúdos de Matemática, sendo que, dessas produções relacionadas

à Matemática, dois fizeram uso do GeoGebra, tendo como aporte teórico a Teoria das Situações Didáticas e a Engenharia Didática, sendo eles T11 e T12. Além disso, nenhuma das produções analisadas utilizaram-se do estudo do Lançamento Oblíquo com o uso do GeoGebra. Por outro lado, os artigos T3, T5, T10 e T13 não utilizaram o GeoGebra em suas investigações.

Desta forma, as produções que fizeram uso do *software* GeoGebra no ensino e aprendizagem de Física apontam um grande potencial para essa ferramenta digital no meio educacional. Soares e Carmo (2016) destacaram que o *software* GeoGebra, além de ser um material acessível, também é simples de utilizar, contribuindo para aulas mais dinâmicas e atrativas, trazendo benefícios para o aprendizado dos estudantes, principalmente no Movimento Harmônico Simples.

Da mesma forma, Tenório e Neto (2019) afirmam que essa ferramenta digital ajuda no desenvolvimento de funções horárias e na compreensão de gráficos. Além disso, nas palavras de Araújo e Bracho (2020), o *software* GeoGebra pode ser utilizado para a construção de simuladores educacionais, contribuindo para o ensino e a aprendizagem de diversos conteúdos, principalmente dos Movimentos Parabólico e Harmônico Simples.

Do mesmo modo, Silva, Assis e Travain (2020) afirmam que o uso consciente do GeoGebra fomenta a aprendizagem das propriedades e conceitos, pois esse *software* mostra os conceitos na íntegra aplicados em situações do dia a dia, além de potencializar o conhecimento dos conteúdos de Matemática e Física, em especial Função Quadrática e Lançamento Oblíquo. Andrade, Jesus e Alves (2023) frisam que o domínio do GeoGebra traz ganhos em todos os níveis de ensino, contribuindo significativamente para a compreensão dos conceitos físicos, principalmente no estudo de Onda Eletromagnética Monocromática.

Por conseguinte, com a intenção de apresentar a Matemática como uma grande aliada no ensino e aprendizagem de Física, os autores que fizeram o estudo do *Software* GeoGebra na compreensão dos conteúdos de Matemática afirmaram que essa ferramenta é importante para o ensino e aprendizagem.

Conforme Melo e Fireman (2016), a utilização do GeoGebra dinamiza tanto o ensino como a aprendizagem, principalmente na compreensão de Funções Trigonométricas, para a qual apresenta ser uma ferramenta eficaz para o entendimento de conteúdos complexos. De mesmo modo, Santos e Macêdo (2015) afirmam que os estudantes encontram menos dificuldades na compreensão de funções transcendentais quando utilizam o GeoGebra.

Molinari, Santos e Retslaff (2018) acrescentam neste estudo, ao observar que a utilização de tecnologias com ênfase no GeoGebra, quando ligados à investigação, torna-se uma metodologia eficiente no ensino e aprendizagem. Essa pauta é reforçada por Rodrigues *et al.*

(2021), quando mostram que o GeoGebra, aliado com a Teoria das Situações Didáticas e a Engenharia Didática, em especial no ensino remoto, potencializam a compreensão dos estudantes sobre Áreas de Figuras Planas.

Assim, Sousa, Azevedo e Alves (2021) afirmam que a Engenharia Didática como metodologia ligada ao Geogebra facilita o ensino e aprendizagem, principalmente da Geometria Analítica.

Com relação aos artigos que não utilizaram o GeoGebra em suas pesquisas, estes se mostram relevantes para essa investigação, trazendo contribuições positivas, nas quais todos trabalharam com o conteúdo de Física e utilizaram Sequência Didática.

Diante disso, nas palavras de Silva e Melo (2016), a ferramenta digital aliada à Sequência Didática pode ser uma alternativa no estudo do Trabalho de uma Força, além de contribuir para um ensino atual, desvinculando-se, em parte, do ensino tradicional. Essa afirmação é reforçada por Lima (2018), que relata que a Sequência Didática alinhada à metodologia pode potencializar a aprendizagem experienciada pelos estudantes nos diversos níveis dos processos didáticos, assim como Santos (2020), que afirma que a aprendizagem da Primeira Lei de Newton pode ser estudada por meio dos materiais manipuláveis elencados por Sequência Didática. Além disso, Lavor e Oliveira (2022) afirmam que o estudo do conteúdo Movimento Oblíquo utilizando Sequências Didáticas contribui positivamente para o ensino e aprendizagem dos estudantes.

4.2.2 Segundo Momento

4.2.2.1 Artigos selecionados

Foram encontrados 19 artigos utilizando os filtros automáticos “Qualquer campo”, “Recorte Temporal”, “Revisados por pares” e “Relevância da Pesquisa” para o descritor “Modelagem Matemática, Ensino Física”. Já para o descritor “Modelagem Matemática, Sequências Didáticas”, encontraram-se 3 artigos.

A partir da análise dos títulos, resumos e palavras-chave, foram encontrados 19 artigos que tinham similaridade com o componente curricular - Matemática e Física; Conteúdo - Função Quadrática, Função Afim, Função Trigonométrica e Movimento Oblíquo; e Tema: Tecnologia Digital no Ensino de Física, relacionado a Sequências Didáticas e à Modelagem Matemática, para o descritor “Modelagem Matemática, Ensino Física”. Dos 19 artigos computados, apenas 6 foram selecionados. Já para o descritor “Modelagem Matemática, Sequências Didáticas”, dos 3 artigos encontrados, apenas 2 foram selecionados, totalizando

assim 8 artigos. Além disso, após a escolha dos 8 artigos, trabalhou-se sem fazer distinção de descritores, denominando-os apenas de A1 a A8 para facilitar a identificação dos artigos, conforme é mostrado no Quadro 8.

. **Quadro 8** - Artigos selecionados *a priori*.

Nº	Títulos	Autores	Revista	Ano
A1	O projeto “lançamento de projéteis”: uma perspectiva para o ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Médio	Ninow; Kaiber	REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática	2016
A2	Modelagem matemática na sala de aula: Uma abordagem interdisciplinar no ensino de Física	Soares	Dynamis (Blumenau)	2016
A3	Função Tangente: Desenvolvendo esse tipo de função com a modelagem Matemática	Costa; Almeida	Horizontes - Revista de Educação	2017
A4	Utilização do GeoGebra na resolução de problemas físicos: uma possibilidade para a Modelagem Matemática na Educação Básica	Martins; Doering; Bartz	Revista Thema	2017
A5	Modelagem matemática e letramento científico no ensino de Física	Souza; Espírito Santo	Revista Exitus	2019
A6	Percepções dos professores sobre o uso do <i>software</i> Modellus em uma experiência de modelagem	Neide <i>et al.</i>	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2019
A7	Aspectos da Teoria das Situações Didáticas (TSD) aplicada ao ensino de Geometria Espacial referente às questões do ENEM com amparo do <i>software</i> GeoGebra	Sousa; Alves; Fontenele	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	2020
A8	Sequência didática no ensino de lançamento oblíquo com auxílio de simulador da plataforma PhET	Labor; Oliveira	Revista Educar Mais	2022

Fonte: De autoria própria (2023).

Observa-se que, dos trabalhos selecionados no Quadro 8, com base nos critérios elencados, encontraram-se artigos que foram publicados entre o período de 2016 e 2022.

Também foi observado que o Qualis referente a área de ensino dos artigos selecionados estão desde o Qualis B3 até o Qualis A1.

4.2.2.2 Categorização dos artigos selecionados

4.2.2.2.1 Componente curricular

Na análise dos trabalhos selecionados, com ênfase no “Componente curricular”, foram obtidas as informações apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Componente curricular dos artigos selecionados.

Componente curricular	Artigos
Matemática	A1, A3, A7
Física	A1, A2, A4, A5, A6, A8

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 9, observa-se que os artigos A3 e A7 fazem parte do componente curricular de Matemática, enquanto os A2, A4, A5, A6 e A8 pertencem à Física. Já o artigo A1 participa diretamente de ambos componentes. Salienta-se que todas as pesquisas descrevem a importância dessas duas ciências no meio educacional e a potencialidade que elas promovem quando intermediadas pela Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem. Contudo, o componente curricular que apareceu com maior frequência foi o de Física, sendo este pertinente à presente investigação, enquanto a escolha dos artigos de Matemática foi devido às ferramentas fundamentais que eles contêm, sendo essenciais para o estudo da ciência natural de Física.

4.2.2.2.2 Conteúdo

Conforme a análise dos artigos selecionados, no tópico “conteúdo”, foram geradas as informações que estão representadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Conteúdo dos artigos selecionados

Conteúdo	Artigos
Função Afim, Função Quadrática, Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Retilíneo Uniforme Uniformemente Variado e Lançamento Oblíquo	A1
Eletricidade	A2
Função Tangente	A3

Lei do Resfriamento de Newton	A4
Letramento científico em Física	A5
Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)	A6
Geometria Espacial	A7
Lançamento Oblíquo	A8

Fonte: De autoria própria (2023)

Com as informações apresentadas no Quadro 10, é possível visualizar que os artigos A2, A4, A5, A6 e A8, de fato, remetem aos conteúdos de Ensino de Física, enquanto os A3 e A7, de fato, estão relacionados ao conteúdo de Ensino de Matemática. O A1 enfatizou tanto o conteúdo de Matemática como de Física. Destacam-se, para essa pesquisa, os artigos A1 e A8, pois contém “lançamento oblíquo”, conteúdo diretamente direcionado ao objetivo desta pesquisa.

4.2.2.2.3 *Nível de ensino*

Com base na análise dos artigos selecionados, no ponto “nível de ensino”, computou-se as informações que estão representadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Nível de ensino dos artigos selecionados.

Nível de ensino	Artigos
Médio	A1, A2, A3, A4
Superior	A5, A6, A7, A8

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 11, observou-se que, dos artigos selecionados, A1, A2, A3 e A4 tratam de temas relacionados ao Ensino Médio e os artigos A5, A6, A7 e A8 estão relacionados ao Ensino Superior.

Além disso, essas pesquisas trabalharam cada nível de forma cuidadosa, mostrando a diferença do método de estudo entre o Médio e Superior, porém, enfatizando que é possível trabalhar nesses dois níveis, fazendo o uso da tecnologia digital ligada às novas metodologias.

4.2.2.2.4 *Instrumento tecnológico digital*

Conforme a análise feita nos artigos selecionados sobre o tópico “instrumento tecnológico digital”, obteve-se as informações representadas no Quadro 12.

Quadro 12 - Instrumento tecnológico digital dos artigos selecionados.

Instrumento tecnológico digital	Artigos
Não se aplica	A2, A3, A5
<i>Software Excel</i>	A1
<i>Software GeoGebra</i>	A4, A7
<i>Software Modellus</i>	A6
Simulador “Movimento de Projétil” da plataforma PhET	A8

Fonte: De autoria própria (2023).

O Quadro 12 destaca as principais tecnologias digitais utilizadas na aplicação das pesquisas. No entanto, observa-se que os artigos A2, A3 e A5 não utilizaram ferramentas digitais em suas pesquisas. Já os artigos A1, A4, A6, A7 e A8 utilizaram ferramentas digitais na aplicação de Modelagem Matemática.

Dos trabalhos selecionados, os artigos A4 e A7 foram os que utilizam a ferramenta do *Software GeoGebra*. O artigo A4 utilizou o GeoGebra no ensino da Lei do Resfriamento de Newton e o A7 no ensino de Geometria Espacial.

4.2.2.2.5 Teoria utilizada na aplicação

Conforme a análise realizada nos artigos selecionados, no tópico “Teoria utilizada na aplicação”, as informações encontram-se no Quadro 13.

Quadro 13 - Teoria utilizada na aplicação dos artigos selecionados.

Teoria	Artigos
Modelagem Matemática com base em Malheiros (2008), Ripardo, Oliveira e Silva (2009), Bassanezi (2002)	A1
Modelagem Matemática com base em Soares (2012)	A2
Teoria da Aprendizagem Significativa descrita por Ausubel (1980)	A3
Modelagem Matemática segundo Biembengut e Hein (2007); Bassanezi (2002)	A4
O ciclo de modelagem de Hestenes segundo Hestenes (2006)	A5
Modelagem computacional segundo Neide e Quartieri (2016)	A6
Teorias das Situações Didáticas descritas por Brousseau (1986)	A7

Fonte: De autoria própria (2023).

A partir das informações apresentadas no Quadro 13, percebe-se que os artigos A1, A2,

A4, A5 e A6 trouxeram, de forma implícita, teorias próprias da Modelagem Matemática para reger o método de aplicação. Já os artigos A3, A7 e A8 utilizaram a Modelagem Matemática para os procedimentos metodológicos, porém, embasados em outras teorias.

4.2.2.3 Síntese e discussões dos artigos

Os termos, neste subtópico, contemplam a terceira etapa da ATD por meio da construção de “metatextos” sintetizados, complementando os pontos categorizados, com respeito aos artigos selecionados, relacionando-os com o tema desta investigação.

O artigo A1 mostra que Ninow e Kaiber (2016) desenvolveram um projeto sobre o “Lançamento de Projéteis” com um grupo de quatro estudantes do Ensino Médio do Colégio Estadual Farroupilha, em Farroupilha (RS). Investigou-se a construção de projetos de trabalho que foram integrados em estratégias distintas, procedimentos e recursos e a aprendizagem de Matemática e Física. A investigação utilizou ferramentas derivadas da Modelagem Matemática, a saber: as Tecnologias Digitais, bem como o *software Excel* para construir, modelar e analisar o estudo em questão. Concluiu-se que os estudantes se tornaram mais atuantes, participativos e comprometidos.

Da mesma forma, Costa e Allevato (2021) utilizaram Modelagem Matemática com o uso de ferramenta digital, neste caso, o GeoGebra, para os estudos de funções trigonométricas com estudantes do 2º ano do Ensino Médio. De acordo com o A1, o resultado também foi positivo, pois concluíram que a junção da Modelagem Matemática e a Tecnologia Digital foi facilitadora para a aprendizagem de um novo conceito sobre funções trigonométricas por parte dos estudantes.

Com relação ao A2, descrito por Soares (2016), a autora apresenta e discute as vantagens obtidas por meio das atividades de Modelagem Matemática sobre a energia elétrica, com ênfase na aprendizagem do conteúdo de eletricidade no ensino de Física. Para a realização dessas atividades, foram utilizados materiais impressos. Essa pesquisa foi realizada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio e do 1º ano do Ensino Médio Técnico do Curso Integrado de Agropecuária, do estado do Paraná. Concluiu-se que as atividades desenvolvidas de Modelagem propiciaram contribuições aos sujeitos em termos sociais, ambientais, financeiros e conceitos estudados e pesquisados, pois eles evidenciaram a relevância do uso racional da energia elétrica e seu uso consciente cotidianamente.

Assim como Silva, Felício e Ferreira (2021) utilizaram problemas contextualizados por meio da Modelagem Matemática com o uso de sequências didáticas para o estudo do conteúdo de função quadrática. Nesta pesquisa, os estudantes elaboraram modelos matemáticos, o que

proporcionou aos discentes uma melhor fixação do conteúdo de função quadrática. Além disso, contribuiu para que se tornassem cidadãos críticos e atuantes. Também, Ferreira *et al.* (2020) aplicaram a modelagem matemática por meio de problemas contextualizados para o estudo de funções do primeiro grau, analisando contas de água e energia elétrica em uma escola pública, resultando em contribuições significativas para o aprendizado dos estudantes. Com isso, apesar do artigo A2 não ter utilizado ferramenta digital, fez-se o uso de Modelagem Matemática. Assim como Silva, Felício e Ferreira (2021) e Ferreira *et al.* (2020), todos obtiveram resultados positivos na utilização de Modelagem Matemática em suas pesquisas.

Com respeito ao A3, elaborado por Costa e Almeida (2017), foi apresentada uma sequência didática aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio, objetivando possibilitar que os estudantes, a partir de dados adquiridos pelo comprimento da sombra de uma haste ao longo do dia em relação à posição do sol, sistematizassem uma função periódica: a função tangente. Destacaram que a Modelagem Matemática pode ser entendida como uma boa estratégia de aprendizagem, uma vez que apresenta os conceitos matemáticos a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, compreendendo-se que é um elemento importante para a teoria da aprendizagem significativa. Além disso, apresentou-se a Modelagem Matemática vinculada à sequência didática, auxiliando na organização dos conhecimentos preliminares, ou seja, o aluno, mediante as informações prévias, foi orientado à análise e, com o resultado, realizou a construção de um novo conhecimento. Concluiu-se que, nesta pesquisa, os estudantes tiveram um aprendizado significativo sobre funções trigonométricas com ênfase na função tangente.

Santana e Gonzalez (2019) utilizaram em sua pesquisa a Modelagem Matemática para o estudo da função exponencial, tendo como participantes uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no estado do Paraná, em Curitiba. Os estudantes puderam observar diferentes formas de estudar função exponencial por meio de distintas aplicações, mostrando-lhes a aplicabilidade da Matemática. Na parte final, os estudantes foram convidados a responder a um questionário. Como resultado das análises desses questionários, obtiveram-se respostas positivas acerca dos estudos realizados. Concluiu-se, com base nos relatos dos estudantes, que a Modelagem Matemática utilizada de maneira correta é uma ferramenta eficaz para a compreensão de função exponencial. Com isso, percebeu-se que tanto Santana e Gonzalez (2019) quanto o artigo A3 utilizaram, em sua pesquisa, como ferramenta principal, um dos assuntos do tema desta pesquisa: a Modelagem Matemática, obtendo resultados positivos.

No que se refere ao A4, escrito por Martins, Doering e Bartz (2017), os autores abordaram a discussão da Lei de Resfriamento de Newton. O objetivo foi de que os estudantes

desenvolvessem modelos que nunca tinham sido produzidos, com alto grau de dificuldade, decorrente do nível elevado de conhecimento matemático exigido, utilizando a Modelagem Matemática e auxiliados pelo *Software* GeoGebra. Este estudo foi apresentado como proposta de uma atividade experimental no 1º ano do Ensino Médio, onde foi abordado o ensino de funções para a compreensão da Lei de Resfriamento de Newton. Os autores concluíram que o pensamento relacionado à Modelagem Matemática, com o uso do *Software* GeoGebra como ferramenta facilitadora para o ensino, promoveu nos estudantes conhecimentos além do esperado, pois o interesse pela “arte de modelar” influenciou significativamente sua criatividade e aprendizado.

Braga e Souza (2019) realizaram um estudo sobre funções trigonométricas utilizando um boneco trapezista (objeto cultural do estado do Pará), com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na cidade de Castanhal, no estado do Pará. Para análise dos resultados, utilizaram o GeoGebra no processo de Modelagem Matemática. Concluíram que, ao utilizar o GeoGebra, permitiu-se que os estudantes visualizassem todas as oscilações gráficas, contribuindo para o entendimento do conteúdo e para uma aula dinâmica, possibilitando uma aprendizagem significativa. Além disso, Costa e Allevato (2021) também empregaram a Modelagem Matemática com uso do GeoGebra, obtendo resultados positivos em suas pesquisas. Com isso, tanto o estudo de Braga e Souza (2019) quanto o de Costa e Allevato (2021) abordaram o tema da Modelagem Matemática e o uso GeoGebra, obtendo resultados positivos, fortalecendo positivamente o A4, que também utilizou essas duas ferramentas, com resultados positivos.

No que diz respeito ao A5, elaborado por Souza e Santo (2019), a pesquisa trabalhou o letramento científico no cenário amazônico no Ensino de Física com professores de Ciências da cidade de Almeirim, localizada no estado Pará. Nesta pesquisa, foi analisada a Modelagem Matemática como produtora de competências fundamentais na formação de pessoas letradas cientificamente no Ensino de Física no contexto amazônico. Os resultados mostraram que a Modelagem Matemática pode trazer benefícios ao letramento científico para o estudo contextualizado da Física na Amazônia, pois contribui para o desenvolvimento de competências para distinguir questões que podem ser pesquisadas cientificamente, ou seja, possibilita avaliar um dado problema científico de forma aprofundada, com ênfase na aprendizagem.

Da mesma forma, Sousa (2018) realizou uma pesquisa com estudantes do Curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus da Serra Talhada (PE), onde promoveu “uma reflexão sobre a viabilidade da inserção da Modelagem Matemática no contexto educacional de ensino e

aprendizagem da Física no Ensino Médio” (Sousa, 2018, p.1). Este estudo ocorreu por meio de um experimento sobre a Lei de Ohm e uma aplicação deste assunto em conjunto com a dissipação de energia em fios condutores da rede de eletricidade do município de Tavares, no estado da Paraíba. Concluiu-se que, de fato, a Modelagem Matemática pode contribuir para o estudo e aprendizado de Física. Com isso, observa-se que o artigo A5 e Sousa (2018) utilizaram a Modelagem Matemática na compreensão do Ensino de Física, com resultados positivos.

No que diz respeito ao artigo A6, descrito por Neide *et al.* (2019), foi realizado um estudo sobre o uso da Modelagem computacional, por meio do *software* Modellus, para um curso de formação continuada de professores da Educação Básica, com 22 docentes nas áreas de Física, Matemática e Ciências Exatas. O desenvolvimento das atividades utilizando o *software* deu-se pelo conteúdo de Física, a Cinemática, com ênfase no Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Após a aplicação e análise dos dados, obtiveram-se três resultados, sendo dois positivos e um negativo. Com relação aos resultados, temos que: I) a troca de experiências entre os professores, incentivando o uso de recursos tecnológicos digitais; II) os docentes utilizaram o Modellus para realizar as atividades, identificando fatores benéficos, como motivação e compreensão dos conceitos; III) tiveram dificuldades técnicas, principalmente devido à lentidão da internet e à falta de equipamentos.

Assim como Silva, Silva e Madruga (2019) analisaram “as possibilidades existentes no *software* Modellus no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no tocante à aprendizagem da Função Quadrática” (Silva; Silva; Madruga, 2019, p. 796). Esta pesquisa foi realizada com 30 estudantes do 1º ano do Ensino Médio integrado ao técnico do Instituto Federal da Bahia, localizado no município de Vitória da Conquista, onde os estudantes elaboraram e analisaram seu próprio modelo matemático. Com isso, após a análise das atividades desenvolvidas pelos estudantes, evidenciou-se que o uso do *Software* Modellus auxiliou na visualização da simulação dos modelos, na interpretação e averiguação dos resultados pelos estudantes. Por fim, percebeu-se que o artigo A6 e Silva, Silva e Madruga (2019) usaram as mesmas tecnologias digitais e a Modelagem Matemática, porém tiveram conclusões positivas, apesar de tratarem de componentes curriculares diferentes.

Com relação ao artigo A7, conforme Sousa, Alves e Fontenele (2020), neste artigo foi trabalhada uma proposta didática em relação aos aspectos teórico-metodológicos sobre uma pesquisa de pós-graduação, que estava em andamento. Apresentou-se a Teoria das Situações Didáticas, foram enfatizadas as contribuições de atividades sobre o ensino de Matemática acerca de Geometria Espacial, direcionado ao conteúdo de Volumes, aplicado no Exame Nacional do Ensino Médio, com o uso do *Software* GeoGebra para o desenvolvimento de

modelos matemáticos. Com isso, destacou-se que o uso do *Software* GeoGebra, aliado à Modelagem Matemática, trouxe melhoria na compreensão dos problemas matemáticos, pois essas duas ferramentas favoreceram a visualização e a compreensão dos estudantes, fatores que são essenciais para a resolução de problemas.

Menezes (2023) apresentou uma proposta explorando uma situação-problema acerca da Modelagem Matemática com o uso do GeoGebra, enfatizando o Ensino de Geometria de forma contextualizada na construção de um *playground* geométrico. A atividade foi desenvolvida com estudantes do Ensino Fundamental e Médio. Por meio de toda a construção teórica colocada, provou-se que “essas abordagens capacitam os alunos a se tornarem solucionadores de problemas, explorando conceitos matemáticos em contextos do mundo real” (Menezes, 2023, p. 132). Por fim, tanto o artigo A7 quanto Menezes (2023), em sua proposta, utilizaram a Modelagem Matemática e o GeoGebra, e tiveram resultados positivos, ou seja, o uso da tecnologia digital ligada a uma boa ferramenta metodológica proporciona um grande aprendizado.

No artigo A8, conforme Labor e Oliveira (2022), foi realizada uma investigação com 12 participantes do PIBID do curso de licenciatura em Ciências: Matemática e Física da Universidade Federal do Amazonas, localizada ao sul do estado do Amazonas, através da qual estudou-se o Movimento Oblíquo por meio de sequências didáticas utilizando um simulador da plataforma PhET. Isso resultou em contribuições significativas na aprendizagem dos discentes.

Souza (2020) também trabalhou o conteúdo “Lançamento Oblíquo” na rede pública de ensino do Estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Osório, com 25 estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Estudou-se o Lançamento Oblíquo por meio da experimentação, construindo réplicas de armas medievais. Isso resultou em contribuições plausíveis para os estudantes. Conclui-se que o A8 tem um aporte digital que auxiliou nos resultados de forma positiva, enquanto Souza (2020) também obteve resultados positivos, mesmo não utilizando ferramenta digital; além disso, promoveu, de forma didática, o aprendizado do Movimento Oblíquo.

4.2.3 Terceiro Momento

4.2.3.1 Artigos selecionados

Utilizando os filtros de seleção automática do Portal BDTD “Busca avançada”, “Recorte temporal”, “Assunto”, “Ensino Física” e os descritores “Ensino Física, *Software* GeoGebra”, resultaram em 24 dissertações; “Ensino Física, Sequências Didáticas” contabilizaram 74 dissertações e uma tese; “Lançamento Oblíquo, *Software* GeoGebra” resultou em zero artigos;

“Lançamento Oblíquo, Sequências Didáticas” contabilizaram apenas 7 dissertações; e “Sequências Didáticas, *Software* GeoGebra” contabilizaram 91 dissertações e 9 teses.

Após analisar os títulos, resumos e palavras-chave, com ênfase nas dissertações e teses que estivessem vinculadas ao Componente Curricular: Matemática e Física; Conteúdo: Função Afim, Função Quadrática, Conceitos Trigonométricos e Movimento Oblíquo; e o Tema: Tecnologia Digital no Ensino de Física, relacionados a Sequências Didáticas e o Lançamento Oblíquo. Para o descritor “Ensino Física, *Software* GeoGebra” das 24 dissertações contabilizadas, apenas 3 foram selecionadas. Por conseguinte, para o descritor “Ensino Física, Sequências Didáticas”, das 74 dissertações e uma tese, apenas 2 dissertações foram escolhidas. No entanto, para o descritor “Lançamento Oblíquo, *Software* GeoGebra”, como o resultado foi zero artigo, se ausentou da seleção. Já para o descritor “ Lançamento Oblíquo, Sequências Didáticas”, de 7 dissertações contabilizadas, apenas 2 foram selecionadas. Por fim, para o descritor “Sequências Didáticas, *Software* GeoGebra”, das 91 dissertações e 9 teses contabilizadas, apenas 3 dissertações foram selecionadas.

A partir das informações do parágrafo anterior, foram 10 dissertações selecionadas . Assim, essas dissertações foram denominados de D1 a D10 sem distinção de descritores, conforme mostrado no Quadro 14.

Quadro 14 – Dissertações selecionadas

D	Títulos	Autores	Instituição	Ano
D1	Recursos tecnológicos como ferramenta didática no processo ensino-aprendizagem de função quadrática	Barbosa	Universidade do Estado do Rio de Janeiro	2016
D2	Sequência Didática com Temas Motivadores no Ensino de Física	Silva	Universidade Federal de Uberlândia	2016
D3	A utilização de experimentos e simulações no Ensino de Física com o uso do <i>software tracker</i> com as plataformas PhET e <i>Quiz</i>	Dutra	Universidade Federal do Pampa	2017
D4	Desenvolvimento de propostas metodológicas para o trabalho interdisciplinar nas disciplinas de Matemática e Física	Kleemann	Universidade Federal da Fronteira Sul	2018
D5	Manual para o desenvolvimento de simulações em GeoGebra: um recurso didático para o Ensino de Cinemática na Educação Básica	Ribeiro	Universidade Federal do Maranhão	2019
D6	Lançamento oblíquo de foguete a propulsão de água em uma Sequência de Ensino potencialmente significativa	Bastos	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2020
D7	Estudo do Lançamento Oblíquo utilizando réplicas de armas Medievais	Souza	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2020
D8	Por meio do modelo de Van Hiele associado com a Sequência Didática utilizando o <i>software</i> GeoGebra	Leão	Universidade Federal do Amazonas	2021

D9	Letramento Estatístico: Compreensão gráfica por meio de Sequências Didáticas interdisciplinares	Maia	Universidade Federal do Amazonas	2021
D10	Telemetria com o uso de <i>Arduin</i> em Lançamento de Foguetes no Ensino Médio: uma metodologia alternativa para ensinar Cinemática no Lançamento Oblíquo de foguete de garrafa PET	Paiva	Universidade Federal do Maranhão	2021

Fonte: De autoria própria (2023)

Observa-se que, no Quadro 14, dos trabalhos selecionados com base nos critérios elencados, encontraram-se dissertações publicadas entre 2016 e 2021. Também foi observado que as instituições de ensino em que as dissertações foram elaboradas são todas federais.

4.2.3.2 Categorização das dissertações selecionadas

4.2.3.2.1 Problema investigado

Na análise das dissertações selecionadas, sobre o tópico “problema investigado”, foram obtidas as seguintes apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15 - Problema investigado das dissertações selecionadas.

Problema investigado	Dissertações
Quais os benefícios quando se utiliza “uma sequência de atividades por meio do <i>Power Point</i> e do programa GeoGebra como ferramentas de aprimoramento no ensino dos conceitos que envolvem Função Polinomial do 2º grau, considerando todo o contexto de atividades envolvendo Informática Educativa”(Barbosa, 2016, p. 19)?	D1
“Qual a influência da abordagem de uma Sequência Didática com base em Temas Motivadores para o ensino e aprendizagem de física no ensino médio” (Silva, 2016, p. 4)?	D2
“Quais as contribuições que as simulações e as experimentações podem trazer no desenvolvimento da compreensão dos conceitos físicos” (Dutra, 2017, p. 12)?	D3
Quais são as contribuições promovidas “por três propostas metodológicas desenvolvidas para o ensino de Matemática a partir de situações-problema abordadas também na disciplina de Física efetuando sempre um paralelo entre os conteúdos específicos comuns, abordados e aplicáveis em ambas as disciplinas” (Kleemann,2018, p. 10)?	D4
“Os aplicativos computacionais se apresentam como uma eficiente ferramenta didática” na compreensão de Cinemática (Ribeiro, 2019, p. 7)?	D5
“A inserção da atividade prática do foguete, com as problematizações relacionadas aos conceitos prévios e aos conceitos científicos do contexto escolar, podem contribuir para a melhoria da aprendizagem de conceitos da Física” (Bastos, 2020, p. 11)	D6
“Em que medida, a construção e utilização de réplicas de armas medievais como ferramentas pedagógicas contribuem para a melhora da aprendizagem de conceitos da física relacionados ao movimento balístico (lançamento de projéteis)” (Souza, 2020, p. 16)?	D7

A teoria de Van Hiele e a sequência didática, utilizando o Geogebra, consegue contribuir para o nível de conhecimento geométrico dos professores de Matemática da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá/AM (Leão, 2021, p. 15)?	D8
“Quais os níveis de letramento estatístico podem ser compreendidos a partir da mobilização de conhecimentos matemáticos e estatísticos solicitados em sequências didáticas interdisciplinares” (Maia, 2021, p. 21)?	D9
Quais contribuições ao ensino “uma metodologia alternativa para ensinar a cinemática do Lançamento Oblíquo com o uso de arduino através da telemetria de lançamento de foguete de garrafas PET para alunos do ensino médio sobre a concepção da abordagem da teoria dos Campos de Vergnaud e o modelo Construtivismo de Seymour” Papert (Paiva, 2021, p. 15)?	D10

Fonte: De autoria própria (2023)

Com base no Quadro 15, verificou-se que as dissertações D1, D3, D4, D5 e D8 tratam da utilização de *softwares* como ferramentas pedagógicas auxiliares no ensino e na aprendizagem dos conteúdos de Física e Matemática. Já D2, D6, D7, D9 e D10 enfatizam a importância das Sequências Didáticas e de materiais didáticos concretos, aliados à metodologia, para tornar o ensino mais atrativo e dinâmico, auxiliando, assim, a suprir as lacunas do problema investigado.

4.2.3.2.2 Conteúdo

Com base na análise das dissertações selecionadas, quanto ao “conteúdo”, foram geradas as informações que estão representadas no Quadro 16.

Quadro 16 - Conteúdo das dissertações selecionadas.

Conteúdo	Artigos
Funções Quadrática	D1
Pressão; Campo gravitacional; Força; Leis de Newton ; Energia; Momento linear e angular; Momento de inércia Sistema Solar; Via Láctea; Magnitude das estrelas, das Galáxias, do Cosmo das coordenadas de observação estelar, da eclíptica e dos movimentos Sol e Lua.	D2
Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniforme variado	D3, D5
Espelhos esféricos; Semelhança de triângulos	D4
Movimento Uniforme; Movimento Uniformemente Variado; Movimentos Verticais; Lançamento Horizontal; Lançamento Oblíquo	D5
Lançamento Oblíquo	D5, D6, D7, T10
Área do Triângulo	D8
Letramento estatístico	T9

Fonte: De autoria própria (2023)

Com relação ao Quadro 16, observa-se que D5, D6, D7 e D10, compartilharam o mesmo conteúdo, que é o Lançamento Oblíquo. Além disso, a dissertação D5 também compartilhou com a pesquisa D3 do mesmo conteúdo. Por outro lado, D1, D2, D4, D8 e D9 abordaram conceitos diferentes.

4.2.3.2.3 Componente curricular

Após a análise das dissertações selecionadas, com ênfase no “componente curricular”, obtiveram-se as seguintes apresentadas no Quadro 17.

Quadro 17 - Componente curricular das dissertações selecionadas.

Componente curricular	Artigos
Matemática	D1, D4, D8, D9
Física	D2, D3, D4, D5, D6, D7, D10

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 17, percebe-se que a D4 fez a utilização de ambos os componentes curriculares. Além disso, observa-se que D1, D4, D8 e D9 fazem parte do componente curricular de Matemática. Ademais, D2, D3, D4, D5, D6, D7 e D10 utilizaram o componente curricular relacionado ao tema desta pesquisa. Além disso, as investigações contextualizaram a importância da prática interdisciplinar.

4.2.3.2.4 Referencial teórico

No que concerne ao “referencial teórico” das dissertações selecionadas, obtiveram-se as informações apresentadas no Quadro 18.

Quadro 18 - Referencial teórico das dissertações selecionadas.

Referencial teórico	Artigos
Bassi(2009); Druck(2003)	D1
Almeida (2014); Delizoicov e Angotti (1992); Freire (1987); Vygotsky (1998);	D2, D3
Ausubel(2003); Vygotsky(1998)	D3
Pinheiro (2017); Miskulin (2009); Fazenda (1998); Kleiman e Moraes (1999)	D4
Rogers(1972); Bruner (1969)	D5
Ausubel(1957; 2020; 2003)	D6, D7, D3

Brousseau (2008), Hiele (1957)	D8
Brousseau(1996;1983; 2008); Artigue (1989)	D8, D9
Vergnaud(1983; 1996; 2009; 2013)	D10

Fonte: De autoria própria (2023)

Com base no Quadro 18, observa-se que D6 e D7 utilizaram a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, e que o D3 adotou parcialmente essa teoria, pois também fez uso da Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Lev Semenovitch Vygotsky. Já os trabalhos D8 e D9 optaram pela utilização parcial da Teoria das Situações Didáticas, descrita por Guy Brousseau, sendo que o D9 também fez uso da Engenharia Didática elaborada por Michèle Artigue, enquanto o D8 complementou ainda mais seu trabalho com o modelo de Van Hiele, descrito por Van Hiele-Geldof e Pierre Van Hiele. O D14 foi embasado nos parâmetros da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

Por conseguinte, as dissertações D1, D2, D4 e D5 utilizaram os teóricos apenas como embasamento geral, não se baseando em uma teoria específica para direcionar suas investigações, com a ressalva de que o D2 utilizou a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Lev Semenovitch Vygotsky. Por fim, as investigações que utilizaram aporte teórico equivalente ao tema desta pesquisa foram D8, em parte, e D9, pois recorreram à Teoria das Situações Didáticas, descrita por Guy Brousseau, e à Engenharia Didática, elaborada por Michèle Artigue.

4.2.3.2.5 *Nível de ensino*

No que diz respeito ao “nível de ensino” das dissertações selecionadas, obtiveram-se as informações que constam no Quadro 19.

Quadro 19 - Nível de ensino das dissertações selecionadas.

Nível de ensino	Dissertações
Fundamental II	D3
Médio	D1, D2, D4, D5, D6, D7, D10
Superior	D8, D9

Fonte: De autoria própria (2023).

Baseando-se no Quadro 19, foi observado que o D3 foi o único contabilizado no segmento do Ensino Fundamental II. Em relação a D1, D2, D4, D5, D6, D7 e D10, suas investigações foram realizadas no Ensino Médio, enquanto D8 e D9 aplicaram suas pesquisas no nível superior. Além disso, quando se trata da similaridade com o nível de ensino desta

revisão, percebe-se que a maior parte dos dissertações selecionadas está diretamente vinculada à proposta da presente investigação.

4.2.3.2.6 Região do Brasil

No que concerne a “região do Brasil” das dissertações selecionadas, sob o tópico localização geográfica das instituições dos autores, levando em consideração a localidade em que foi aplicada a pesquisa, obtivemos os dados apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 - Região do Brasil das dissertações selecionadas

Região do Brasil	Dissertações
Norte	D8, D9
Nordeste	D5, D10
Centro-oeste	Não se aplica
Sudeste	D1, D2
Sul	D3, D4, D6, D7

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 20, observa-se que D8 e D9 pertencem à região Norte. Em relação às dissertações que fazem parte da região Nordeste, tem-se a D5 e D10. Já as pesquisas D1 e D2 são da região Sudeste. Quanto às dissertações D3, D4, D6 e D7, todas pertencem à região Sul. Desta forma, pode-se afirmar que, em termos de similaridade com a região onde essa revisão está ocorrendo, há duas dissertações selecionadas.

4.2.3.3 Síntese das dissertações

Esta síntese foi feita amparando-se pela terceira etapa da ATD, onde é mostrada a construção de “metatextos” sintetizados, complementando os pontos categorizados, com respeito aos artigos selecionados, relacionando-os com o tema desta investigação.

Assim, no que concerne à dissertação D1, descrita por Barbosa (2016), propõe-se um estudo sobre o conteúdo de Função Quadrática por meio de sequências didáticas com o uso dos *softwares PowerPoint* e *GeoGebra*. Foram utilizadas na abordagem três turmas de 1º ano do Ensino Médio pertencentes ao Colégio Estadual Central do Brasil, nas quais as atividades aplicadas foram retiradas do livro didático adotado pela escola e realizadas em dois momentos: o primeiro, no formato tradicional, com o uso do quadro, e, o outro, utilizando os *softwares*. Após as atividades, foram aplicados questionários. Os resultados indicaram que a utilização dos *softwares* na resolução das atividades facilitou a compreensão dos estudantes sobre Função

Quadrática. Conclui-se, portanto, que os *softwares PowerPoint* e *GeoGebra*, além de facilitar o entendimento do conteúdo estudado, contribuem para aulas dinâmicas e visuais.

A dissertação D2, descrita por Silva (2016), faz uma análise por meio da abordagem de Sequência Didática através de foco temático, objetivando promover inovação nos processos de ensino e de aprendizagem de Astronáutica, Astronomia e Aeronáutica. Os participantes dessa investigação foram estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública, mediante atividades relacionadas aos conteúdos dos temas. Além disso, no momento da prática, foram aplicados questionários e entrevistas semiestruturadas, entre outros apontamentos. Os resultados mostraram que a utilização das Sequências Didáticas contribuiu para um estudo diferenciado dos conteúdos ligados aos temas. Conclui-se, portanto, que o uso das Sequências Didáticas, aliado a atividades estruturadas, corrobora significativamente para o ensino e aprendizagem.

Com relação à dissertação D3, descrita por Dutra (2017), aborda-se, por meio da investigação e análise, o uso do *software Tracker* como recurso metodológico para o desenvolvimento do percurso da aprendizagem sobre os conteúdos Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. Esta investigação foi aplicada aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública no município de Caçapava do Sul, localizada no estado do Rio Grande do Sul. Na parte experimental, a Sequência Didática no *software Tracker* foi conduzida pela Teoria da Aprendizagem Significativa e a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo. Os resultados mostraram que a inserção da experimentação e simulações corrobora para os processos de ensino e de aprendizagem de Física, principalmente para os conteúdos abordados nessa investigação. Conclui-se, assim, que os estudantes mostraram-se mais motivados para aprender com as atividades elaboradas no *Tracker*.

No tocante à dissertação D4, descrita por Kleemann (2018), realiza-se um estudo sobre a importância da utilização da interdisciplinaridade e do uso de ferramentas tecnológicas digitais na parte pedagógica. Esta investigação é destinada ao Ensino Médio e apresenta três propostas metodológicas para o ensino de Matemática, mediadas pelas interações interdisciplinares com atividades da disciplina de Física, desenvolvidas no *software GeoGebra*, envolvendo os conteúdos de Espelhos Esféricos e Semelhança de Triângulos. Os resultados obtidos por meio dessas propostas indicam que o uso dessas ferramentas pode facilitar a compreensão dos conteúdos apresentados nesta investigação. Conclui-se que a interdisciplinaridade, aliada ao *software GeoGebra*, pode contribuir positivamente para o ensino e a aprendizagem.

No que concerne à dissertação D5, elaborada por Ribeiro (2019), aborda-se o estudo

sobre as contribuições que os aplicativos computacionais trazem para o ensino de Física, principalmente na visualização dos fenômenos físicos. Em vista disso, verificou-se a aprendizagem dos conteúdos Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado dos estudantes por meio de uma abordagem aliada aos aplicativos computacionais. Contou-se com a participação de estudantes de quatro turmas do 1º ano do Ensino Médio pertencentes ao Centro de Ensino Newton Neves, no município de Itapecuru, no estado do Maranhão. O percurso metodológico utilizou Sequências Didáticas junto a simuladores desenvolvidos no *software* GeoGebra, dividindo os estudantes em dois grupos: o primeiro grupo fez uso dos simuladores, enquanto o segundo grupo não os utilizou. Os resultados indicaram que o primeiro grupo se mostrou mais apto e interessado em discutir o conteúdo estudado após a realização das atividades. Portanto, a utilização do *software* GeoGebra nas Sequências Didáticas se mostrou um aporte metodológico positivo para o estudo da Cinemática.

Com relação à dissertação D6, elaborada por Bastos (2020), desenvolveu-se um estudo que visou, por meio da contextualização de maneira experimental, a elaboração e lançamento de foguetes feitos de garrafas PET, com o intuito de despertar o interesse científico e proporcionar uma vivência prazerosa com os conteúdos de Física, em especial o Lançamento Oblíquo. A atividade foi aplicada a trinta e seis estudantes do 1º ano do Ensino Médio, pertencentes ao Instituto Estadual Riachuelo, no município de Capão da Canoa, localizado no estado do Rio Grande do Sul. Na parte experimental, ocorreram cinco aulas de cinquenta minutos. Os resultados apontaram que, com a utilização dos lançamentos de foguetes de garrafa PET, os estudantes conseguiram compreender o conteúdo de Lançamento Oblíquo de uma forma mais divertida e dinâmica. Portanto, identificaram-se melhorias no entendimento das temáticas elaboradas durante a prática, fomentando positivamente o ensino e a aprendizagem dos estudantes.

Com respeito à dissertação D7, descrita por Souza (2020), desenvolveu-se um estudo sobre alguns conteúdos de Física relacionados à Cinemática, com ênfase no Lançamento Oblíquo. Além disso, buscou-se um ensino diferenciado utilizando simulações dos movimentos de armas medievais, mediado por uma sequência didática, com o intuito de despertar o interesse dos estudantes pelos fenômenos físicos estudados no campo científico. Esta pesquisa foi aplicada a uma turma de trinta estudantes do 1º ano do Ensino Médio em uma escola pública estadual na cidade de Osório, no estado do Rio Grande do Sul. A aplicação da pesquisa foi regida por Sequências Didáticas com cinco aulas. Os resultados mostraram que as réplicas medievais, alinhadas com as simulações e a sequência didática, proporcionaram aos estudantes

uma melhor compreensão do conteúdo de Lançamento Oblíquo. Logo, o ensino de Física por meio de experimentação e a utilização das tecnologias contribuíram para uma aprendizagem positiva dos estudantes.

No que concerne à dissertação D8, descrita por Leão (2021), aborda-se o estudo através de uma análise sobre níveis de conhecimento da parte geométrica da Área do Triângulo dos docentes de escolas públicas estaduais do município de Humaitá, no estado do Amazonas, sendo mediada pela Teoria de Van Hiele, associada à Sequência Didática com o uso do *Software* GeoGebra. A pesquisa contou com dez professores de escolas públicas estaduais do município de Humaitá, no estado do Amazonas. Na pesquisa, foi realizado primeiro um levantamento bibliográfico e, em seguida, foram utilizadas Sequências Didáticas junto à Teoria de Van Hiele e Teoria das Situações Didáticas. Além disso, foram aplicados questionários semiestruturados.

Os resultados mostraram que a revisão contribuiu significativamente para o trabalho, principalmente para a elaboração das Sequências Didáticas. Dos dez professores participantes, seis conseguiram alcançar significativamente os níveis da Teoria de Van Hiele, demonstrando possuir conhecimentos geométricos estruturados.

Portanto, por meio das estratégias didáticas aplicadas nesse trabalho alinhado com a Teoria de Van Hiele e a Teoria das Situações Didáticas, torna-se possível expandir o conhecimento de Geometria dos professores de Matemática da rede pública estadual do município onde ocorreu a pesquisa.

No que concerne à dissertação D9, descrita por Maia (2021), aborda-se o estudo sobre a importância dos saberes matemáticos e estatísticos, com ênfase na compreensão dos níveis de letramento estatístico, mediado pela mobilização de saberes e conhecimentos matemáticos implementados em sequências didáticas que integram múltiplas disciplinas, embasados na Teoria das Situações Didáticas e Engenharia Didática. Essa pesquisa foi aplicada a sete graduandos do curso de Letras pertencentes ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, e a três docentes já formados no mesmo curso e atuantes na Educação Básica. Essa instituição está localizada no município de Humaitá, no estado do Amazonas. A aplicação ocorreu em três encontros *online*, nos quais foram desenvolvidas atividades por meio de uma sequência didática. Além disso, para a coleta de dados, foram utilizadas gravações e diálogos ao longo da aplicação.

Os resultados apontaram que o letramento estatístico promove conhecimentos de Matemática e Estatística por meio da experimentação, através da análise de erros e estratégias, possibilitando a identificação dos níveis de leitura de gráficos.

Conclui-se que os estudantes e professores que participaram da pesquisa puderam, de

forma prazerosa, observar que o letramento estatístico aliado às sequências didáticas contribui para a integração das disciplinas, além de promover uma educação mais crítica e significativa, trazendo benefícios para o meio educacional.

No que concerne à dissertação D10, descrita por Paiva (2021), aborda-se um estudo por meio de uma sequência didática embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa, relacionada aos conceitos de Cinemática com ênfase no Lançamento Oblíquo, juntamente com a prática experimental através da telemetria, regido pelo lançamento de foguetes feitos com garrafas PET. Com isso, descreveu-se a construção de um conjunto experimental para ser utilizado no lançamento de foguetes feitos com garrafas PET por meio do Arduíno, com cinco etapas de sequência didática, desde os conhecimentos prévios até as práticas observadas. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Maranhão, no município de Barra do Corda, localizado no estado do Maranhão. As atividades realizadas pelos estudantes ocorreram fora do recinto escolar, por motivos de segurança. Além disso, foram regidas pelas cinco etapas da sequência didática, baseadas no lançamento de foguetes feitos com garrafas PET.

Os resultados mostraram que os estudantes tiveram uma aprendizagem significativa por meio das cinco sequências didáticas desenvolvidas, além de contribuir com estratégias diante das dificuldades encontradas na aprendizagem sobre Lançamento Oblíquo. Logo, este trabalho demonstrou a viabilidade do uso de experimentos concretos para fins educacionais, promovendo motivação e enriquecendo os estudos sobre o tema apresentado.

4.2.3.4 Discussões das dissertações

Com base na terceira etapa da ATD, onde é mostrada a construção de “metatextos”, serão discutidas as dissertações selecionadas, relacionando-as com o tema desta investigação e complementando os pontos categorizados.

A discussão acerca do ensino de Física com o uso de ferramentas tecnológicas digitais, com ênfase no *software* GeoGebra, aponta um ambiente distinto de abordagens e respostas positivas, como é mostrado nas pesquisas de Barbosa (2016), Silva (2016), Dutra (2017), Kleemann (2018), Ribeiro e Bastos (2020), Souza (2020), Leão (2021), Maia (2021) e Paiva (2021). Por conseguinte, apresentam-se as contribuições desses autores por meio de um estudo comparativo.

Barbosa (2016), em seu estudo, frisou a eficiência do *software* GeoGebra comparando-o com os métodos tradicionais de ensino, destacando que a utilização de ferramentas tecnológicas digitais contribui para a compreensão de conteúdos complexos de Matemática,

principalmente a Função Quadrática. Além disso, a junção do *software* GeoGebra e do *Power Point* resultou em aulas mais dinâmicas, com a visualização dos conceitos mostrados no *software*, corroborando para a participação e compreensão dos estudantes.

Embora Silva (2016) não tenha utilizado o *software* GeoGebra, ele frisou a importância das Sequências Didáticas nas temáticas de Astronáutica, Astronomia e Aeronáutica. Além disso, foi demonstrado que o uso das Sequências Didáticas de maneira estruturada contribui para uma aprendizagem consistente e significativa, alinhando-se com o estudo de Barbosa (2016) sobre a utilização de ferramentas de interação para potencializar o processo de ensino.

Ainda que Dutra (2017) não tenha utilizado o GeoGebra em sua pesquisa, ele fez uso de uma ferramenta digital, o *software Tracker* que utilizou para a compreensão dos conteúdos de Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. A implementação das simulações na experimentação mostrou-se proveitosa para o ensino de Física, auxiliando na motivação dos estudantes. Esta pesquisa corrobora os apontamentos de Barbosa (2016) acerca da importância de instrumentos digitais interativos nas metodologias de ensino e aprendizagem.

Kleemann (2018) fez uso de uma abordagem interdisciplinar, tendo como suporte a ferramenta GeoGebra para auxiliar na interação entre o estudo de Física e Matemática. As atividades propostas, relacionadas a Espelhos Esféricos e Semelhança de Triângulos, apontaram que a utilização do GeoGebra facilita o entendimento dos conceitos e corrobora para a integração dos componentes curriculares, alinhando-se aos apontamentos de Barbosa (2016) quanto à eficiência do *software* em construir um espaço de aprendizagem de forma mais visual e interativa.

Ribeiro (2019) fez a comparação do aprendizado de alguns conteúdos da Cinemática entre dois grupos: os que fizeram uso dos simuladores elaborados no GeoGebra e o grupo que não utilizou essa ferramenta digital. Os resultados mostraram que os participantes do grupo que utilizaram esse *software* estavam mais preparados e interessados no conteúdo em estudo. Além disso, confirma-se a eficiência do GeoGebra, como observado por Barbosa (2016). Com isso, a investigação de Ribeiro (2019) ressalta ainda mais a eficácia do GeoGebra como ferramenta digital, contribuindo para o interesse e compreensão dos estudantes sobre os conteúdos estudados.

Apesar de Bastos (2020) e Souza(2020) não terem usado o GeoGebra na pesquisa, suas investigações relacionadas à atividade de campo na prática, no qual se fez o uso do lançamento de foguetes feitas com garrafas PET e simulações dos movimentos de armas medievais no estudo do Lançamento Oblíquo, relataram métodos de cunho experimentais que despertam o

interesse a o entendimento dos estudantes. Esta pesquisa complementa a afirmação de Barbosa (2016) ao relatar que a utilização de atividades práticas e interativas facilita o ensino de Física.

Leão (2021) implementou o GeoGebra, aliado à Teoria de Van Hiele e a Teoria das Situações Didáticas, para o estudo geométrico dos graduandos e professores. Os resultados apontaram que a utilização do GeoGebra, juntamente com Sequências Didáticas bem elaboradas, traz contribuições significativas para o aumento do conhecimento geométrico de graduandos e professores. Esta pesquisa corrobora com Barbosa (2016), ao sugerir a eficiência do GeoGebra para potencializar aulas e melhorar a compreensão dos estudantes sobre os conteúdos. Além disso, fortalece a formação continuada de docentes.

Tanto Maia (2021) quanto Paiva (2021) deram destaque aos métodos bem estruturados, utilizando Sequências Didáticas alinhadas com ferramentas digitais para oferecer um ensino mais estruturado e crítico. Maia (2021) estudou o letramento estatístico alicerçado pela Teoria das Situações Didáticas e Engenharia Didática, ao passo que Paiva (2021) investigou, por meio da Teoria da Aprendizagem Significativa, o ensino de um dos conceitos da Cinemática, o Lançamento Oblíquo. Ambas as pesquisas se comprometeram a fortalecer ainda mais a utilização de abordagens que promovem a interatividade, contribuindo para o processo de conhecimento.

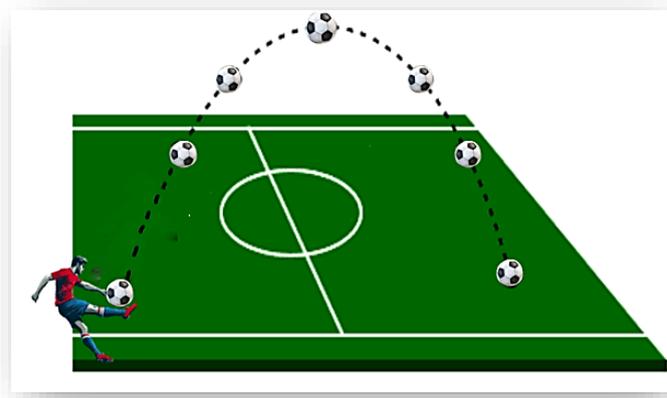
4.3 Concepção e análises a priori

Nesta seção, a fundamentação teórica descrita neste trabalho, especialmente as informações provenientes das análises preliminares, serve como base. Assim, são apresentadas a concepção e a análise *a priori* da atividade que pertence a Sequência Didática (SD), bem como as possíveis estratégias que os estudantes podem adotar durante sua realização.

4.3.1 Concepção da atividade e elaboração das perguntas

A Sequência Didática sobre o Lançamento Oblíquo é composta por uma única atividade, elaborada a partir da ilustração de um jogador de futebol chutando uma bola, uma situação comum no cotidiano das pessoas, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - A bola realizando uma trajetória

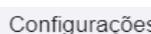


Fonte : De autoria própria (2024).

Além disso, com base na Figura 9, observe-se que quando o jogador entra em contato com a bola por meio do chute, a bola provoca uma trajetória parabólica, característica do Lançamento Oblíquo. Desta forma, essa trajetória poderá ser construída pelos estudantes e validada por meio de duas fases: na primeira fase, o objetivo do estudante é construir quatro ilustrações, sendo que a quarta deve ser uma simulação. Todas as ilustrações serão construídas no *Software* GeoGebra, utilizando os procedimentos descritos nos Quadros 1, 2, 3 e 4. Ressalta-se que, apesar de possuir os procedimentos, os participantes podem fazer Ilustrações diferentes das estratégias relacionadas a elas. Na segunda fase, os participantes deverão responder a um questionário referente às suas produções, desenvolvidas por eles.

Assim, tem-se, no Quadro 21, o procedimento para a construção da ilustração 1

Quadro 21 - Procedimentos para construção da Ilustração 1

1º	Habilite o <i>Software</i> GeoGebra  na área de trabalho do computador.
2º	Utilize a janela entrada  em seguida utilize o teclado  digite a expressão com o intervalo limitado, como mostra a seguir: $f(x) = -ax^2 + bx, 0 \leq x \leq 7.$ Para $a = -0,2$ e $b = 1,4$.
3º	Utilize o terceiro ícone da barra de ferramentas, selecione o seguinte comando  seguidamente clique sobre o ícone vetor  após clique na origem do movimento, no centro do plano cartesiano nas coordenadas $(0, 0)$ arraste para cima sobre o eixo do y , até as coordenadas $(0, 1.81)$ e assim será construído vetor \vec{u} . Para mudar o nome do vetor \vec{u} para o v_{y1} , siga até a janela de álgebra, clique nos três pontinhos \vdots ao lado do vetor u , em seguida aperte em  . Em seguida, na janela  digite a letra (v) mais  <i>Underline</i> ($_$) mais a letra (y) , mais o <i>Underline</i> ($_$) mais o número (1) .
	Para construir o vetor v_1 utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{y1} , clique na

4º	origem do movimento, no centro do plano cartesiano nas coordenadas $(0, 0)$ arraste tangenciando a curva até as coordenadas $(1.31, 1.81)$. Troque o nome do vetor que aparecerá para v_1 . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo, colocando na parte final apenas: a letra (v) , mais o <i>Underline</i> (<u> </u>) mais o número (1) .
5º	Para construir o vetor v_{y2} utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{y1} , clicando sobre a curva nas coordenadas $(2, 2)$ e arraste para cima nas coordenadas $(2, 2.82)$. Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{y2} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo.
6º	Para construir o vetor v_{y3} utilize o segundo ícone da barra de ferramentas, selecione o seguinte comando  , clique no ícone ponto  , depois clique sobre a curva, nas coordenadas $(3.53, 2.48)$. Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{y3} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo.
7º	Para construir o vetor v_{y4} , utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{y1} , clique sobre a curva nas coordenadas $(5.3, 1.98)$ e arraste para baixo até as coordenadas $(5.3, 1.14)$. Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{y4} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo.
8º	Para construir o ângulo α , utilize o segundo ícone da barra de ferramentas, selecione o seguinte comando  , clique no ícone ângulo  e em seguida clique sobre o eixo x e na curva próximo do centro do plano cartesiano, entre $0^\circ < \alpha = 55,23^\circ < 180^\circ$.
9º	Para esconder o ponto de extremidade, como, por exemplo o ponto  B , siga até a janela de álgebra e clique no ícone  B .
10º	Para esconder apenas a letra do ponto de origem, como exemplo o ponto A  , siga até a janela de álgebra, em Configurações clique nos três pontinhos ao lado \vdots do ponto A , em seguida aperte em Básico , em seguida, na janela que desabilita o ícone <input checked="" type="checkbox"/> Fixar Objeto .

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após construir a ilustração 1, salve o arquivo como **II_Pn**. O “**P**”, significa participante e o “**n**” o número do participante.

Desta forma, tem-se os procedimentos para construção da Ilustração 2, localizado no Quadro 22.

Quadro 22 - Procedimentos para construção da Ilustração 2

1º	Duplicate o arquivo salvo II_Pn e salve como nome I2_Pn , abra o arquivo I2_Pn .
2º	Ao abrir o arquivo, desabilite os vetores v_{y1} , v_{y2} , v_{y3} e v_{y4} , e seus pontos de origem e extremidade, clicando na janela de álgebra no ícone  .
3º	Utilize o terceiro ícone da barra de ferramentas, selecione o seguinte comando  e depois clique sobre o ícone vetor  e depois clique na origem do movimento. Nas coordenadas $(0, 0)$, no centro do plano cartesiano, arraste para o lado, sobre o eixo x no sentido positivo coordenadas $(1.36, 0)$, assim será construído vetor v_{x1} . Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{x1} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo

	da ilustração 1.
4º	Para construir o vetor v_{x2} , utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{x1} . Clique sobre a curva nas coordenadas (2, 2) e arraste para o lado no sentido positivo do plano cartesiano até as coordenadas (3, 2). Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{x2} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1.
5º	Para construir o vetor v_{x3} , utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{x1} . Clique sobre a curva nas coordenadas (3.39, 2.44) e arraste para o lado no sentido positivo do plano cartesiano até as coordenadas (4.69, 2.46). Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{x3} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1.
6º	Para construir o vetor v_{x4} , utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{x1} . Clique sobre a curva nas coordenadas (5.03, 1.98) e arraste para o lado no sentido positivo do plano cartesiano até as coordenadas (6, 2). Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{x4} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1.
7º	Para esconder o ponto de extremidade, como, por exemplo, o ponto B  , siga até a janela de álgebra e clique no ícone  .
9º	Para esconder apenas a letra do ponto de origem, como, por exemplo, o ponto A,  siga até a janela de álgebra, e clique <input type="text" value="Configurações"/> nos três pontinhos ao lado  do ponto A, em seguida aperte <input type="text" value="Básico"/> . Por conseguinte, na janela desabilite o ícone <input checked="" type="checkbox"/> Fixar Objeto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após construir a ilustração 2, apenas verifique se o arquivo está salvo com o nome ***I2_Pn***.

Em seguida, tem-se, no Quadro 23, os procedimentos para a construção da ilustração 3.

Quadro 23 - Procedimentos para construção da Ilustração 3

1º	Duplicate o arquivo <i>I2_Pn</i> e salve como nome <i>I3_Pn</i> abra o arquivo <i>I3_Pn</i> .
2º	Ao abrir o arquivo, habilite os vetores v_{y1} , v_{y2} , v_{y3} e v_{y4} , e  seus pontos de origem e extremidade, clicando na janela de álgebra no ícone  .
3º	Para construir o vetor v_{y5} , utilize o terceiro ícone da barra de ferramentas, selecione o comando  e, em seguida, clique sobre o ícone vetor  e depois clique sobre a extremidade da curva nas coordenadas (7, 0) e arraste para baixo até as coordenadas (7, -1). Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{y5} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1.
4º	Para construir o vetor v_{x5} , utilize o terceiro ícone da barra de ferramentas, selecione o comando  e depois clique sobre o ícone vetor  . Em seguida, clique sobre a extremidade da curva nas coordenadas (7, 0) e arraste para o sentido positivo do plano cartesiano até as coordenadas (8, 0). Troque o nome do vetor que aparecerá para v_{x5} . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1.
	Para construir o vetor v_2 , utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{x5} . Clique na origem dos vetores v_{y2} e v_{x2} nas coordenadas (7, 0) e arraste tangenciando a curva até

5º	as coordenadas $(8, -1)$. Troque o nome do vetor que aparecerá para v_2 . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1, colocando na parte final apenas: a letra (v) , mais o <i>Underline</i> (<u> </u>) mais o número (2) .
6º	O vetor v_3 é igual ao vetor v_{x3} . Para representar a igualdade $v_3 = v_{x3}$, utilize o décimo ícone da barra de comando e, ao clicar  , digite a letra (v) , mais o <i>Underline</i> (<u> </u>) mais o número (3) . Em seguida, coloque $(=)$ e, na sequência, digite a letra (v) mais o <i>Underline</i> (<u> </u>) mais a letra (x) , mais o <i>Underline</i> (<u> </u>) mais o número (3) .
7º	Para construir o vetor v_4 , utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{x5} . Clique na origem dos vetores v_{y4} e v_{x4} nas coordenadas $(5.65, 1.52)$ e arraste de forma tangencial a curva nas coordenadas $(6.56, 0.81)$. Troque o nome do vetor que aparecerá para v_4 . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1, colocando na parte final apenas: a letra (v) , mais o <i>Underline</i> (<u> </u>) mais o número (4) .
8º	Para construir o vetor v_5 , utilize o mesmo comando e o ícone do vetor v_{x5} . Clique na origem dos vetores v_{y5} e v_{x5} nas coordenadas $(7, 0)$ e arraste de forma tangencial a curva até as coordenadas $(8, -1)$.
9º	Para esconder o ponto de extremidade, como, por exemplo o ponto B  , siga até a janela de álgebra e clique no ícone  B .
10º	Para esconder apenas a letra do ponto de origem, como, por exemplo o ponto A  , siga até a janela de álgebra, clique em  nos três pontinhos \vdots ao lado do ponto A e, em seguida, aperte em  . Em seguida, na janela desabilite o ícone  $Fixar Objeto$.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Após construir a ilustração 3, apenas verifique se o arquivo está salvo com o nome ***I3_Pn***.

Na sequência, encontra-se no Quadro 24, os procedimentos para a construção da ilustração 4.

Quadro 24 - Procedimentos para construção da Ilustração 4

1º	Duplique o arquivo <i>I3_Pn</i> e salve como nome <i>I4_Pn</i> abra o arquivo <i>I4_Pn</i> .
2º	Para deslizar um ponto da origem até a extremidade sobre a curva, basta ir até o segundo ícone  . Em seguida, clique no ponto  . Depois, vá até a janela de álgebra e clique nos três pontinhos \vdots . Depois, clique no ícone  e, em seguida, em  . Na sequência, aperte no ícone  e digite na parte  (0.52) . No ícone  , coloque \Rightarrow  e depois, no ícone  escreva (0.1) . Na sequência, no ícone  escreva (0.1) . Por fim, troque o nome do ponto que aparecerá para V . Baseie-se no procedimento utilizado no 3º passo da ilustração 1, colocando apenas: a letra (V) .

3°	Para fazer a animação do ponto sobre o vetor v_{y1} , arraste o vetor v_{y1} até as coordenadas $(0, 2.48)$. Em seguida, siga o 2° passo da ilustração 4, com apenas algumas alterações, no ícone Velocidade (2) e no ícone Repetir coloque \Leftrightarrow Oscilando . Por fim, troque o nome do ponto que aparecerá para V_y . Baseie-se no procedimento utilizado no 3° passo da ilustração 1. Colocando na parte final apenas: a letra (V), mais o <i>Underline</i> ($_$) mais o número (y).
4°	Para fazer a animação do ponto sobre o vetor v_{x1} , arraste o vetor v_{x1} até as coordenadas $(7, 0)$. Em seguida, siga o 2° passo da ilustração 4. Troque o nome do ponto que aparecerá para V_x . Baseie-se no procedimento utilizado no 3° passo da ilustração 1, colocando na parte final apenas a letra (V), mais o <i>Underline</i> ($_$) mais o número (x).
5°	Por fim, arraste os três pontos V_y , V_x e V até a origem $(0, 0)$, e aperte o botão play 

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Após construir a ilustração 4, apenas verifique se o arquivo está salvo com o nome **I4_Pn**.

Com base no seu conhecimento prévio sobre Lançamento Oblíquo e nas suas construções realizadas no Software GeoGebra nas ilustrações 1, 2, 3 e 4, sobre a trajetória percorrida pela bola de futebol, responda:

- O que representa os sentidos dos vetores para cima, para baixo e para o lado nas ilustrações elaboradas ?

- Com base na resposta da Questão 1 e na simulação apresentada na Ilustração 4, como são denominados, na Mecânica, esses movimentos, e qual é o comportamento de suas velocidades?

- O que a resultante da soma dos vetores de velocidade nas direções vertical e horizontal representa?

- Represente o intervalo do ângulo que a trajetória do movimento percorre?

- O ponto mais alto que a bola chegou é denominado altura máxima, representado pelo vetor v_{y3} na Ilustração 2. Diante disso, por que o vetor v_{y3} , não tem comprimento e não aparece na Ilustração 3?

- Como é definida a distância da origem $(0, 0)$ até a extremidade $(0, 7)$ do movimento realizado pela bola?

- 7 Com base no movimento mostrado na animação realizada na Ilustração 4, é correto afirmar que: “O tempo de subida é igual ao tempo de descida, e o tempo total é igual a duas vezes o tempo de subida”. Marque um (x) na opção que você acha correto.

	Sim		Não
--	-----	--	-----

Mediante esta atividade, os estudantes poderão potencializar seus conhecimentos sobre o LO. Conforme ressalta Brousseau (2008), os estudantes podem assimilar um conceito nunca antes estudado ou, a partir de um conceito já conhecido, aprender algo novo.

Além disso, esta atividade, terá o auxílio do *software*, buscando trazer uma alternativa inovadora para solucionar esta questão, também foi deixado um livro de Física para que eles pudessem fazer a pesquisa. Assim, Brasil (1998, 2018) ressalta que a utilização do computador aliado ao *software*, ambos ligados aos objetivos que se pretende alcançar, ajuda na aprendizagem. Ademais, Queiroz (2018) cita que os meios tecnológicos digitais chegam pelas mãos dos nativos digitais, ou seja, dos estudantes, pois a presença de celulares, computadores e outros dispositivos digitais fazem parte da vida cotidiana dos estudantes.

4.3.2 Análises *a priori* das estratégias e erros

Ressaltando que, mesmo existindo o procedimento para a construção das ilustrações, o pesquisador não interferiu diretamente na SD, sendo que, no processo de construção, poderia existir produções erradas, por isso foram apresentadas Estratégias (**E**) e Erros (**ER**) para a construção das Ilustrações.

Contudo, isso foi apresentado aos participantes quando eles já haviam realizado a leitura e interpretação da atividade e, com isso, pudessem fazer o uso das Estratégias (**E**) seguintes:

E1: Por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 21 e conhecimentos prévios, os participantes podem, utilizando o SG, construir uma ilustração do movimento na vertical, ou seja, a representação da projeção vertical do LO.

E2: Por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 22 e conhecimentos prévios, os participantes podem, utilizando o SG, construir uma ilustração do movimento na horizontal, ou seja, a representação da projeção horizontal do LO.

E3: Por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 23 e conhecimentos prévios, os participantes podem, utilizando o SG, construir uma ilustração completa do LO, ou seja, a representação da junção da projeção horizontal e vertical.

E4: Por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 24 e conhecimentos prévios,

os estudantes podem, utilizando o SG, construir a simulação do LO, ou seja, a ilustração completa, porém em movimento.

Após a construção das ilustrações e as observações realizadas pelos estudantes, eles poderiam responder às perguntas utilizando as estratégias apresentadas a seguir.

Para a pergunta 1:

E5: Os participantes podem responder que os sentidos dos vetores para cima e para baixo representam o movimento vertical, e os sentidos dos vetores para o lado representam o movimento horizontal.

E6: Ademais, os participantes podem concluir também que os vetores para cima e para baixo representam a projeção vertical do movimento, enquanto os vetores para frente representam a projeção horizontal do movimento.

Para a pergunta 2:

E7: Por meio da observação feita pelos participantes na simulação, eles podem perceber que o ponto que se movimenta na horizontal avança sem sofrer alteração em sua trajetória. Por outro lado, o ponto que se desloca para cima tem seu sentido invertido ao longo do movimento. Com isso, os participantes podem concluir que o movimento horizontal é um Movimento Uniforme (MU), caracterizado por velocidade constante, enquanto o movimento vertical é um Movimento Uniformemente Variado (MUV), em que a velocidade varia.

E8: Os participantes também podem concluir que o movimento lateral, no qual a bola de futebol se desloca apenas para frente, corresponde ao Movimento Uniforme (MU), caracterizado por velocidade constante. Por outro lado, quando a bola sobe e, posteriormente, desce, o movimento vertical é classificado como Movimento Uniformemente Variado (MUV), no qual a velocidade varia.

Para a pergunta 3:

E9: Mediante a construção e observação direta nas ilustrações e simulação, os participantes podem concluir que a soma dos vetores nas direções vertical e horizontal descrevem o LO.

E10: Também podem concluir que a soma dos vetores nas direções vertical e horizontal resulta no movimento da bola de futebol.

Para a pergunta 4:

E11: Por meio da construção e observação direta das ilustrações e da simulação, os estudantes podem concluir que a trajetória do movimento da bola está limitada pelo intervalo $0^\circ < \theta < 90^\circ$.

E12: Também podem concluir que o movimento ocorre no primeiro quadrante do plano

cartesiano, sem alcançar os extremos 0° e 90° , desse quadrante..

Para a pergunta 5:

E13: Por meio da construção e observação das ilustrações e da simulação, os participantes podem perceber que, quando a bola para de subir, o vetor velocidade $v_{y3} = 0$, ou seja, a velocidade na altura máxima é igual a zero.

E14: Os participantes também podem concluir que, no movimento na vertical da bola de futebol, a velocidade na altura máxima é igual a zero.

Para a pergunta 6:

E15: Por intermédio da construção e das observações das ilustrações e da simulação, os participantes podem concluir que a distância da origem até a extremidade do movimento é denominada alcance.

E16: Os participantes podem concluir que a distância da origem até a extremidade do movimento é denominada deslocamento.

Para a pergunta 7:

E17: Por intermédio da construção e das observações das ilustrações e da simulação, os participantes podem escolher a opção “sim”, considerando que “o tempo de subida é igual ao tempo de descida, e o tempo total é igual a duas vezes o tempo de subida”.

Neste instante os participantes já realizaram a leitura e interpretação da atividade e, com isso, podem cometer os Erros (**ER**) a seguir:

ER1: Pode ocorrer de elaborarem uma ilustração diferente do movimento na vertical, cometerem erros de escrita e apresentarem definições incorretas sobre o conteúdo.

ER2: Pode acontecer de elaborarem uma ilustração distinta do movimento na horizontal, com ocorrência de erros na escrita e na definição conceitual.

ER3: Pode acontecer de cometerem erros na construção da ilustração que representa a junção dos movimentos horizontal e vertical, bem como na escrita e na definição conceitual.

ER4: Pode ocorrer de cometerem erros na elaboração da ilustração da simulação completa do LO, tanto na escrita quanto na definição conceitual.

Após a construção das ilustrações e as observações realizadas pelos estudantes, poderão ocorrer erros (**ER**) nas respostas às perguntas propostas, conforme apresentado a seguir.

Para a pergunta 1:

ER5: Os participantes podem cometer equívocos em responder que os sentidos dos vetores para cima e para baixo representam o movimento horizontal, e os sentidos dos vetores para o lado representam o movimento vertical.

ER6: Ademais, os participantes podem cometer erros na escrita e na definição.

Para a pergunta 2:

ER7: Os participantes podem concluir erroneamente que o movimento horizontal é um Movimento Uniformemente Variado (MUV), caracterizado por velocidade constante, enquanto o movimento vertical é um Movimento Uniforme (MU), no qual a velocidade varia..

ER8: Os participantes podem cometer erros na escrita e na definição dos conceitos de MU e MUV.

Para a pergunta 3:

ER9: Mediante a construção e observação direta nas ilustrações e simulação, os participantes podem concluir, de forma equivocada, que a soma dos vetores nas direções vertical e horizontal não descreve o LO.

ER10: Os estudantes também podem se equivocar ao afirmar que a soma dos vetores nas direções vertical e horizontal não resulta no movimento da bola de futebol. Além disso, podem ocorrer erros na escrita e na definição dos movimentos apresentados.

Para a pergunta 4:

ER11: Por meio da construção e observação direta das ilustrações e da simulação, os estudantes podem concluir erroneamente que a trajetória do movimento da bola não está limitada pelo intervalo $0^\circ < \theta < 90^\circ$, ou seja, por um intervalo maior

ER12: Também podem chegar a conclusões equivocadas quanto à escrita e à definição do intervalo que delimita o movimento estudado.

Para a pergunta 5:

ER13: Por meio da construção e observação das ilustrações e da simulação, os participantes podem cometer o erro de afirmar que, quando a bola atinge a altura máxima, sua velocidade total é igual a zero. Essa conclusão é incorreta, pois, nesse ponto, apenas o componente vertical da velocidade é igual a zero.

ER14: Os participantes também podem cometer erros na escrita e na definição do movimento no ponto de altura máxima.

Para a pergunta 6:

E15: Por intermédio da construção e das observações das ilustrações e da simulação, os participantes podem concluir erroneamente que a distância inicia na extremidade até a origem e não recordarem que o movimento é denominada alcance.

E16: Os participantes podem cometer erros ortográficos e conceituais ao definirem o alcance do LO.

Para a pergunta 7:

E17: Por intermédio da construção e das observações das ilustrações e da simulação, os

participantes podem escolher a opção “não”, desconsiderando que “o tempo de subida é igual ao tempo de descida, e o tempo total é igual a duas vezes o tempo de subida”.

4.4 Experimentação e análises *a posteriori*

Nesta subseção, apresentam-se as fases de desenvolvimento da SD por meio de uma atividade proposta, composta por três encontros. Além disso, incluem-se os relatos e as produções dos estudantes. Também estão descritas as análises realizadas, identificando as estratégias utilizadas pelos estudantes no processo de construção de conhecimentos em Física, abrangendo as fases adidáticas e didáticas, e o uso do SG. Na parte final, foram apresentadas as considerações sobre os encontros.

4.4.1 Experimentação

Há que se ressaltar, de início, que antes dos encontros, ocorreu o primeiro contato, no qual foram realizadas a seleção dos estudantes e a explicação de todos os procedimentos legais para o desenvolvimento da pesquisa. Isso foi feito por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), documentos que proporcionaram o respaldo necessário para a aplicação da SD.

Com relação aos encontros, o primeiro ocorreu no dia 31 de outubro, o segundo no dia 7 de novembro, e o terceiro foi realizado no dia 14 de novembro, todos no ano de 2024, com início às 8h15min (horário de Manaus) e duração aproximada de 50 minutos. Participaram efetivamente de todos os três encontros três estudantes, identificados por nomes fictícios: P1, P2 e P3.

4.4.2 Análises *a posteriori* dos encontros

No primeiro encontro, foram recolhidos os termos previamente entregues para assinatura pelos responsáveis dos participantes. Em seguida, iniciou-se uma conversa com o objetivo de explorar e instigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo de LO e outros temas relacionados, como função quadrática e vetores, além da ferramenta tecnológica SG. Todos os presentes afirmaram já ter estudado os conteúdos mencionados e possuir familiaridade com o *software*.

Por conseguinte, a atividade foi apresentada de maneira minuciosa, proporcionando uma visão ampla de seus objetivos e enfatizando a importância da participação ativa dos estudantes. Além disso, destacou-se a relevância da atividade no contexto mais amplo da pesquisa em

curso, ressaltando suas contribuições para a ampliação do conhecimento na área. Também foram disponibilizadas e explicadas, de forma clara, as ferramentas disponíveis no SG para a resolução da atividade. Desta forma, os participante se apropriaram da atividade proposta, protagonizando a “*devolução*”, sobre a qual Freitas (2012, p. 83) afirma que “na devolução, o estudante aceita a responsabilidade de resolver o problema como se fosse dele e não somente porque o professor quer”. Ainda sobre o primeiro encontro os participantes fizeram a construção da Ilustração 1.

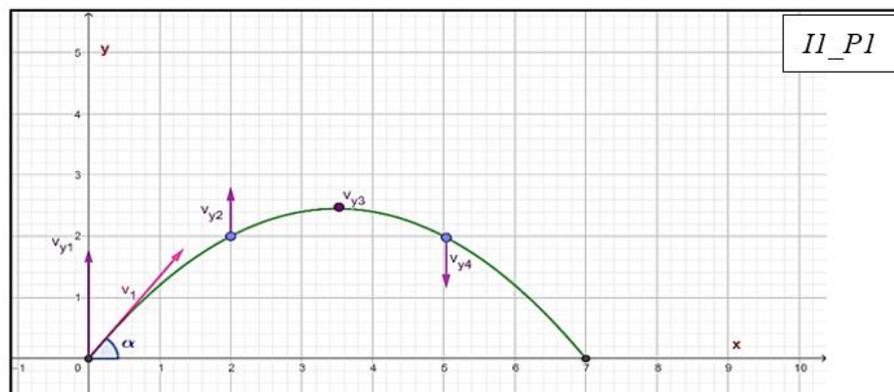
No segundo encontro, os participantes mantiveram uma participação ativa e realizaram a construção das ilustrações 2 e 3. No terceiro encontro, finalizaram a construção da ilustração 4. Além disso, responderam às perguntas relacionadas à atividade, com a intenção de validar tanto o conhecimento adquirido quanto a SD .

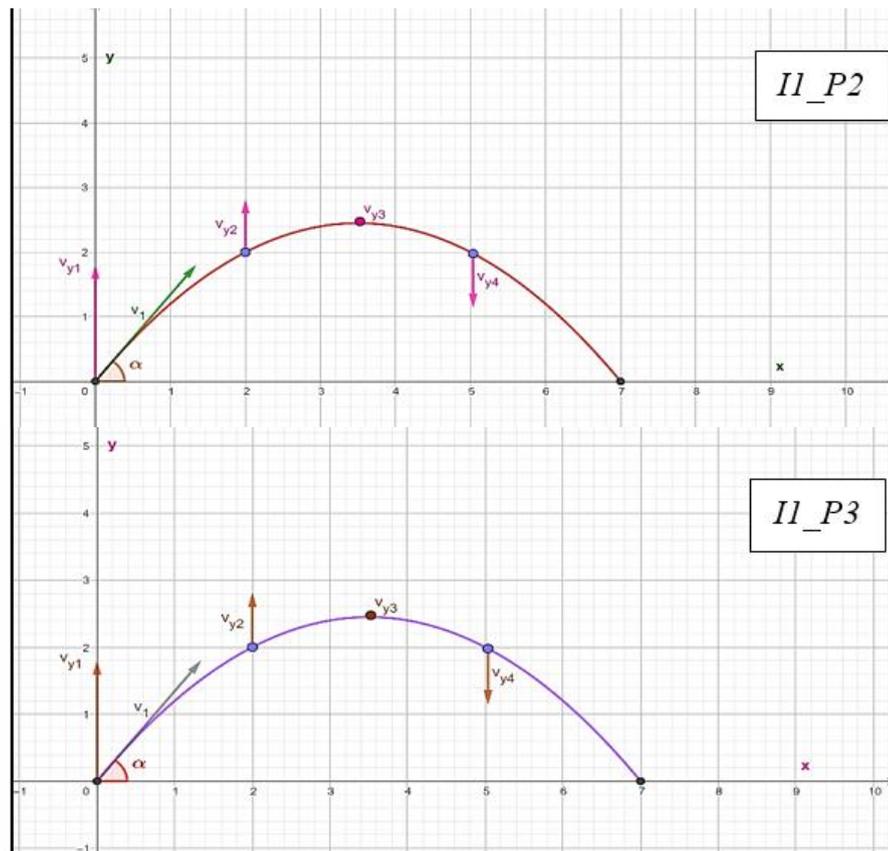
Ressalta-se que as produções foram organizadas por meio de protocolos. Assim, neste primeiro momento, foi realizada uma análise mais sintética das atividades. No entanto, as análises elaboradas dos participantes P1, P2 e P3 estão apresentadas nas subseções posteriores, denominadas protocolos.

4.4.2.1 Protocolo de resolução da Ilustração 1, dos participantes P1, P2 e P3

Neste momento, apresentam-se as produções e as análises vinculadas aos participantes P1, P2 e P3 do protocolo de resolução da atividade referente à Ilustração 1, apresentado na Figura 10, e representado pela Ilustração 1, do Participante1 (*II_P1*); Ilustração 1, do Participante 2 (*II_P2*); Ilustração 1, do Participante 3 (*II_P3*).

Figura 10 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 1, dos participante P1, P2 e P3.





Fonte: Protocolos dos participantes P1, P2 e P3.

Com base na Figura 10, observa-se que os participantes P1, P2 e P3, para construir a Ilustração 1, optaram pelo uso da **EI**: Por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 21 e de seus conhecimentos prévios, os participantes podem, utilizando o SG, construir uma ilustração do movimento na vertical, ou seja, a representação da projeção vertical do MO. Além disso, durante a construção da Ilustração 1, os participantes P1, P2 e P3 fizeram os comentários apresentados a seguir.

P1: “Vou conseguir, é só concentrar e fazer”; “Eu acho que estou conseguindo”; “Eu gostei de construir essa ilustração, foi complicado no começo, mas gostei”; “Esses vetores estão apenas na vertical, então é o movimento na vertical”.

P2 : “Vou levar essa atividade igual jogar um joguinho, quero chegar no final dessas fases ”; “Posso brincar de fazer ilustração, sem me preocupar em definir agora, professor?” ; “Eu gostei de construir essa ilustração. Agora consigo ver algo com essa seta para cima e para baixo”; “Essas setas para cima e para baixo deve ser o movimento na vertical”.

P3: “Eu so irei montar professor”; “estou conseguindo ver algo diferente nessa construção ”; “eu estudei essas setas na vertical”; “lembrei, é o movimento na vertical”.

A partir das informações apresentadas pelo participante P1, demonstra-se que ele estava

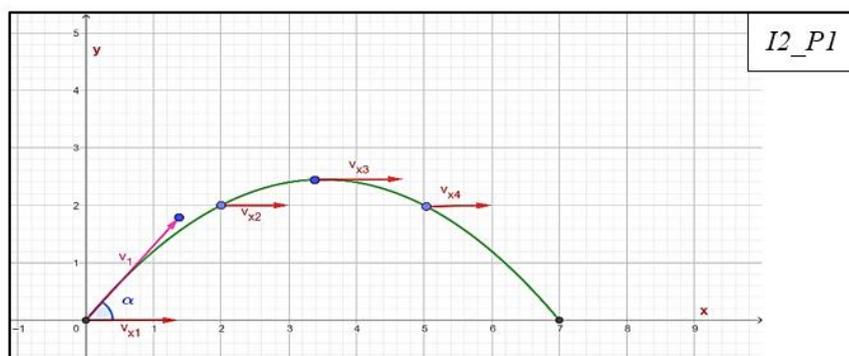
confiante no início da atividade proposta, e essa segurança foi observada durante todo o desenvolvimento, mesmo que em determinado momento tenha comentado que “foi difícil”, porém, manteve seu compromisso com a resolução da atividade. Quanto ao P2, mesmo antes de iniciar a prática, ele relacionou a atividade com as fases de um jogo, apresentando, de forma intuitiva, uma demonstração entre jogos e a atividade proposta. Além disso, P3 expressou compromisso com a proposta de atividade ao afirmar que “iria conseguir”. Além disso, os três participantes comentaram sobre a definição intuitiva do movimento na vertical, demonstrando, assim, a importância da utilização da estratégia *E1*.

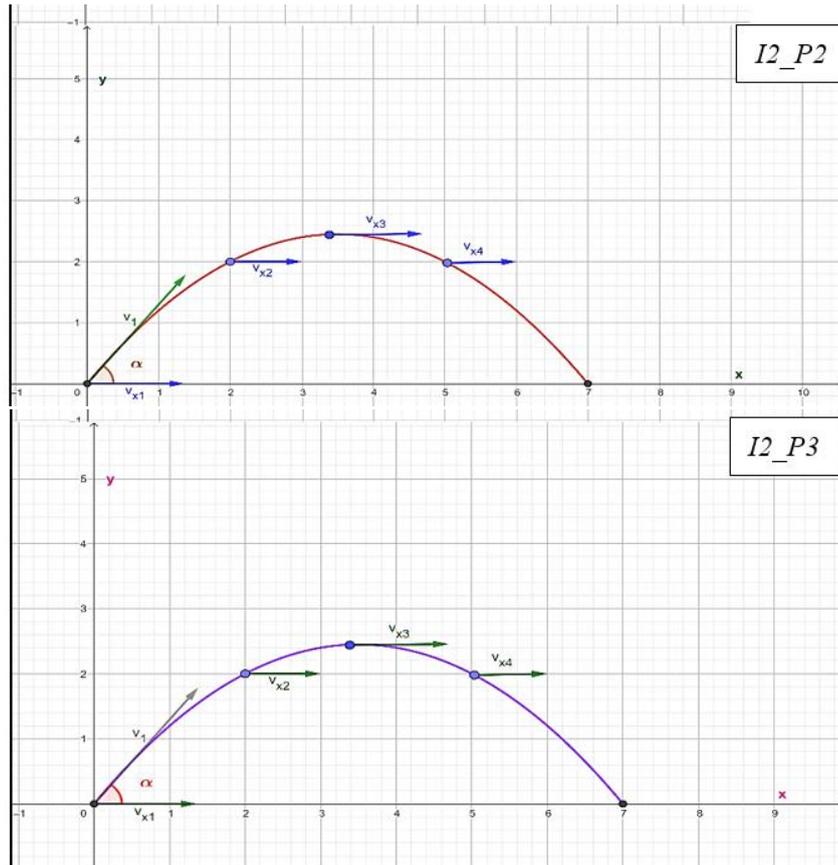
Com isso, pode-se afirmar que, ao utilizar argumentos pedagógicos e teóricos na atividade proposta, instigou-se os conhecimentos prévios principalmente relacionados ao computador, SG e o LO dos participantes. Também pode-se afirmar que os participantes vivenciaram as três fases didáticas da TSD de Brousseau (1986, 2008) na construção da Ilustração 1. Na primeira fase, não se preocuparam em teorizar a atividade proposta, constituindo a *situação adidática de ação*. Na segunda, fizeram uma ilustração na tentativa de organização de sua produção, caracterizando a *situação adidática de formulação*. Na terceira, os três participantes citaram o movimento na vertical, na tentativa de conceituar sua produção, representando a *situação adidática de validação*. Desta forma, provando a eficácia da TSD como instrumento teórico e pedagógico.

4.4.2.2 Protocolo de resolução da Ilustração 2, dos participantes P1, P2 e P3

Neste momento, apresentam-se os protocolos de resoluções da atividade referentes à Ilustração 2, dos participantes P1, P2 e P3, disponibilizado na Figura 11, e representado pela Ilustração 2, do Participante 1 (*I2_P1*); Ilustração 2, do Participante 2 (*I2_P2*); Ilustração 2, do Participante 3 (*I2_P3*).

Figura 11 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 2, do participante P1, P2 e P3.





Fonte: Protocolos dos participante P1, P2 e P3.

Com base na Figura 11, para a elaboração da Ilustração 2, os participantes P1, P2 e P3 optaram pela estratégia **E2**: por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 22 e de seus conhecimentos prévios, que define que os participantes podem, utilizando o SG, construir uma ilustração do movimento na horizontal, ou seja, a representação da projeção horizontal do movimento oblíquo. Os participantes P1, P2 e P3 também se manifestaram durante a construção da Ilustração 2, conforme os comentários descritos a seguir..

P1: “*Só preciso colocar os vetores na horizontal*”; “*Esses vetores estão apenas na horizontal, então representam o movimento na horizontal*”.

P2: “*Nesta, preciso colocar as setas para frente, ou seja na horizontal*”; “*Essas setas são vetores, e representam o movimento na horizontal*”.

P3: “*Vou apenas mudar a direção do vetor*”; “*Eu lembro, esse é o movimento na horizontal*”.

Observe-se que P1, P2 e P3, ao mobilizar a E2 para a construção da Ilustração 2 e nos comentários apresentados por eles, demonstraram compreensão sobre os conceitos relacionados ao movimento na horizontal. O participante P1 fez isso ao utilizar seus conhecimentos intuitivos para mudar a direção dos vetores e definir o conteúdo de movimento na horizontal.

Isso mostra que a proposta de atividade instigou o participante P1 a lembrar ferramentas fundamentais relacionadas ao movimento na horizontal..

Assim também, P2, que, ao apresentar em suas falas a relação das flechas com os vetores, evidenciou que seus conhecimentos prévios foram mobilizados pela atividade proposta. Além disso, na construção da Ilustração 2, concentrou-se em realizar a atividade utilizando argumentos teóricos, mesmo de maneira intuitiva, sobre o conteúdo de movimento na horizontal.

O participante P3, em seus comentários, mostrou estar convicto do que estava construindo, pois, por meio de uma proposta de atividade, fez uma relação direta entre a Ilustração 2 e o conceito de movimento na horizontal. Isso mostra que, ao juntar seus conhecimentos prévios com o problema apresentado, ele foi capaz de definir e relacionar sua produção.

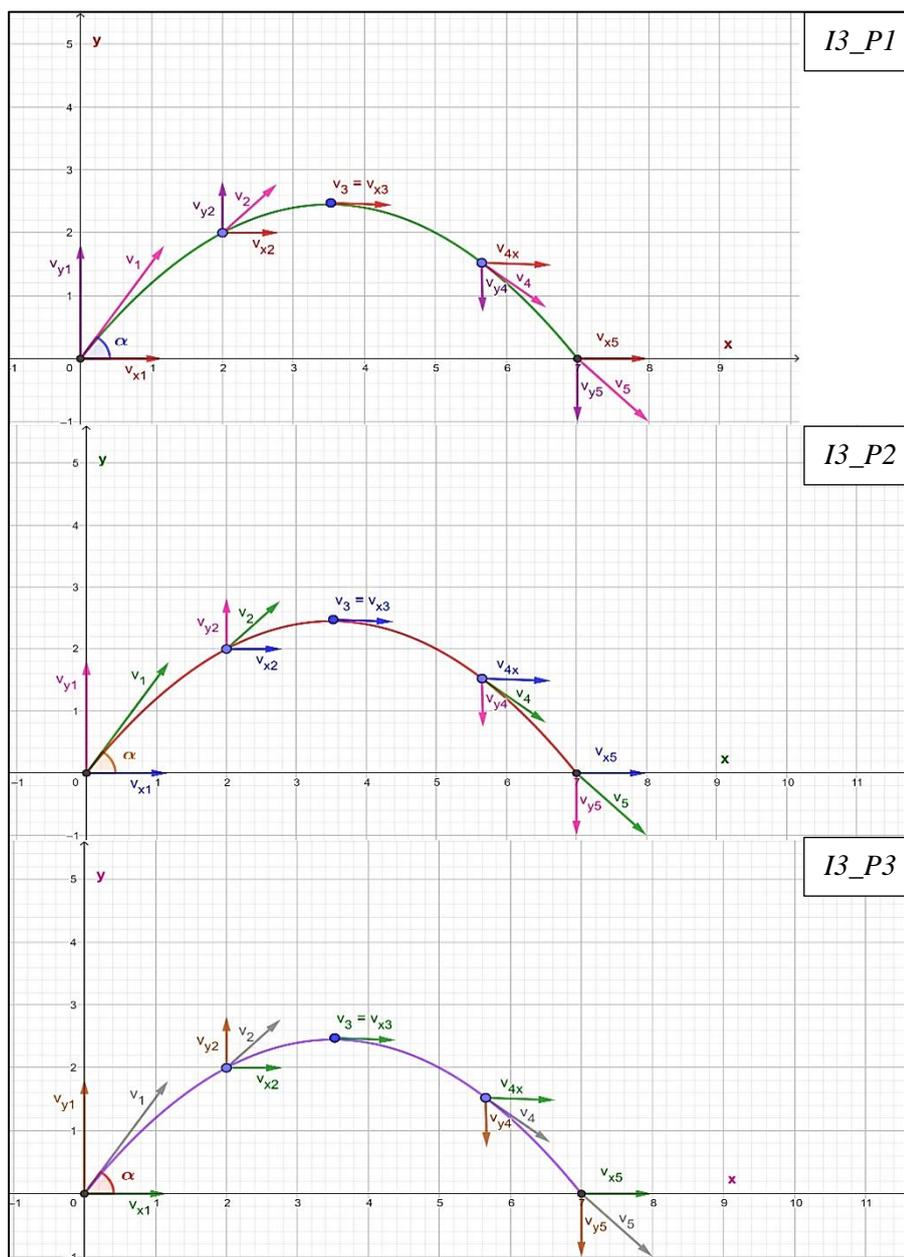
Desta forma, pode-se dizer que, ao utilizar argumentos pedagógicos e teóricos na atividade proposta, instigou-se os conhecimentos prévios principalmente relacionados ao computador, SG e o LO dos participantes. Além disso, os três participantes comentaram sobre a definição intuitiva do movimento na horizontal, demonstrando, assim, a notoriedade da utilização da estratégia *E2*.

Portanto, pode-se afirmar que os participantes vivenciaram, por meio de suas produções sobre a Ilustração 2, as três fases didáticas da TSD de Brousseau (1986, 2008). Na primeira fase, a *situação didática de ação* foi vivenciada assim que os participantes buscaram mudar a direção dos vetores de forma experimental. A segunda fase ficou evidente quando fizeram a ilustração 2 na tentativa de organizar e esquematizar suas produções, caracterizando a *situação didática de formulação*. Na terceira fase, os três participantes definiram a forma intuitiva do movimento na horizontal, com o intuito de conceituar sua produção, representando a *situação didática de validação* e, assim, mostrando a potencialidade da TSD como instrumento teórico e pedagógico.

4.4.2.3 Protocolo de resolução da Ilustração 3, dos participantes P1, P2 e P3

Como resultado, seguem os protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 3, dos participantes P1, P2 e P3 disponibilizada na Figura 12, e representado pela Ilustração 3, do Participante 1 (*I3_P1*); Ilustração 3, do Participante 2 (*I3_P2*); Ilustração 3, do Participante 3 (*I3_P3*).

Figura 12 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 3, dos participantes P1, P2 e P3.



Fonte: Protocolos dos participante P1, P2 e P3.

A partir da Figura 12, foi observado que os participantes P1, P2 e P3 utilizaram a estratégia **E3**: Por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 23 de seus conhecimentos prévios, os participantes podem, utilizando o SG, construir uma ilustração completa do MO, ou seja, a representação da junção da projeção horizontal e vertical. Além disso, os participantes fizeram os comentários descrito, a seguir.

P1: “É a fusão do movimento na vertical com a horizontal”; “então, eu conseguir fazer a ilustração da trajetória da bola”; “É o lançamento oblíquo”.

P2: “ Isso é louco, a trajetória da bola, a gráfico da função quadrática, e surge a

ilustração que ao meu ver é do lançamento oblíquo”; “em uma atividade no computador, consegui lembrar e aprender mais desses conteúdos”; “obrigado, professor!”.

P3: “obrigado professor, fiz a ilustração da bola, que me recordo e o lançamento oblíquo”.

Ao observar as produções do participante P1 e suas colocações ao longo da atividade, evidencia-se uma profunda habilidade de interpretação e de relacionar teoria e prática. Esse fato ficou evidente por meio da construção da Ilustração 3, ao citar “o movimento da bola” e o LO. Diante disso, pode-se afirmar que P1 conseguiu relacionar a figura do jogador de futebol chutando com a construção da Ilustração 3 e os conceitos relacionados à atividade proposta. Evidenciando sua aprendizagem sobre o que estava sendo apresentado.

No que diz respeito ao P2, percebe-se que possui uma boa habilidade de relacionar teoria e prática, evidenciada pela elaboração da Ilustração 3 e pela relação dos conteúdos associados ao LO. Além disso, demonstrou-se contente no desenvolvimento da atividade, confirmando que a atividade proposta despertou e instigou seu processo de aprendizagem sobre o conteúdo de LO.

O participante P3, assim como P1 e P2, também demonstrou habilidade em relacionar teoria e prática, evidenciada pela construção da Ilustração 4 e pelas afirmações que relacionam a ilustração do jogador de futebol chutando a bola com o conteúdo de LO. Isso caracteriza a eficácia da proposta de atividade no processo de aprendizagem do participante P3.

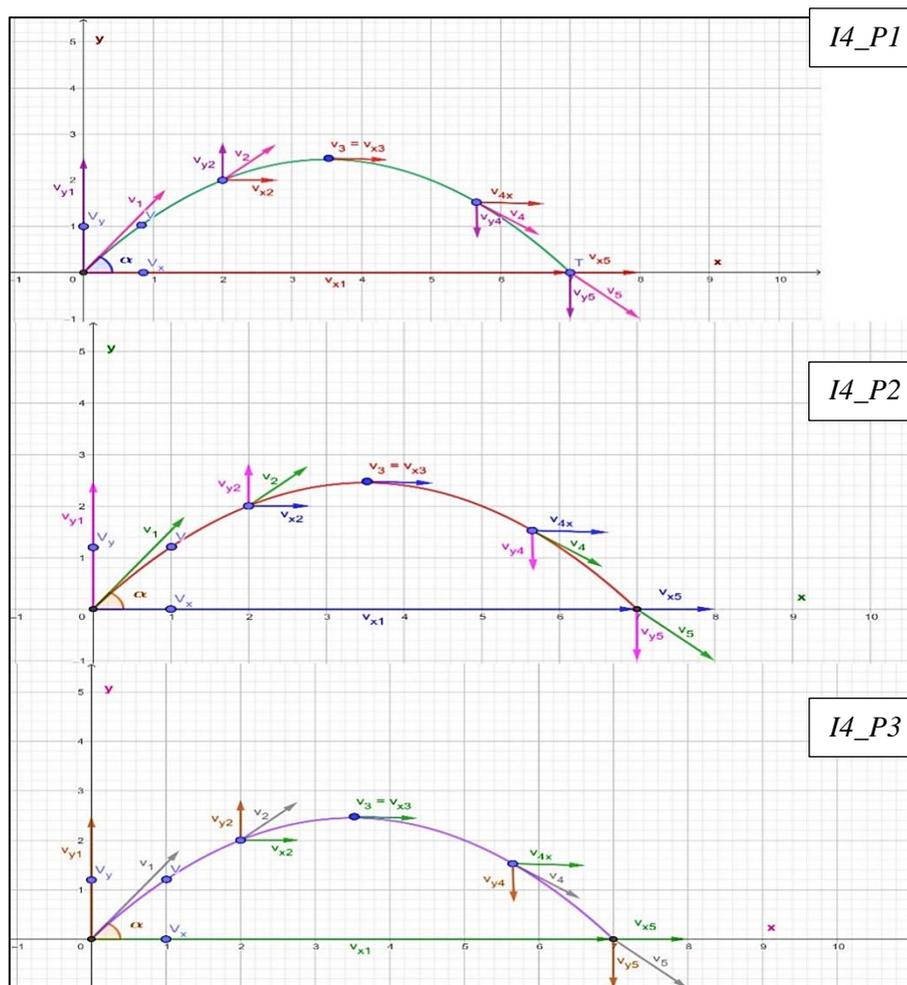
Destarte, pode-se dizer que a utilização de ferramentas pedagógicas e teóricas na atividade proposta influenciou significativamente o estímulo dos participantes no desenvolvimento de suas atividades, pois alinharam seus conhecimentos prévios com suas produções, alcançando uma aprendizagem significativa, principalmente relacionada ao computador, SG e LO. Ademais, os três participantes comentaram sobre a definição intuitiva do LO, demonstrando veridicamente que fizeram o uso da estratégia **E3**.

Logo, pode-se afirmar que os participantes vivenciaram, por meio de suas produções sobre a Ilustração 3, as três fases didáticas da TSD de Brousseau (1986, 2008). Na primeira fase, a *situação didática de ação* foi vivenciada por meio da utilização do computador de maneira experimental, pois não se preocuparam em fazer definições inicialmente. A segunda fase ficou evidente quando fizeram a ilustração 3 na tentativa de organizar e esquematizar suas produções, caracterizando a *situação didática de formulação*. Na terceira fase, os três participantes afirmaram que se tratava do LO, com o intuito de conceituarem suas produções, representando a *situação didática de validação*. Assim, confirmando a importância da TSD como instrumento teórico e pedagógico.

4.4.2.4 Protocolo de resolução da Ilustração 4, dos participantes P1, P2 e P3

Nesta subsecção, são apresentados os protocolos de resolução da atividade referente à Ilustração 4, dos participantes P1, P2 e P3, apresentado na Figura 13, e representado pela Ilustração 4, do P1 (I4_P1); Ilustração 4, do P2 (I4_P2); Ilustração 4, do P3 (I4_P3).

Figura 13 - Protocolos de resoluções da atividade referente à Ilustração 4, dos participante P1,P2 e P3.



Fonte: Protocolos dos participantes P1, P2 e P3.

Baseado na Figura 13, para a elaboração da Ilustração 4, os participantes P1, P2 e P3 utilizaram uma estratégia, sendo esta a estratégia **E4**. Por meio dos procedimentos apresentados no Quadro 24, os participantes podem, utilizando o *Software GeoGebra*, construir a simulação do movimento oblíquo, ou seja, a ilustração completa, porém em movimento. Além do mais, os participantes, fizeram o seguintes comentários no desenvolvimento a atividade.

P1: “Eu construí a simulação do movimento da bola”; “Observei aqui no relógio que o tempo de subida é igual ao tempo de descida”.

P2: “Na minha construção, consigo ver que o projeto vertical varia, e o horizontal não”.

P3: “Fiz a simulação do movimento da bola. Que irado! Quando a bolinha chega à altura máxima, o movimento na horizontal troca de sentido”.

Percebe-se que P1, além de utilizar o E4 para a elaboração da simulação, também apresenta, de forma intuitiva, “a igualdade do tempo de subida e descida” no LO. Ao pegar o relógio para fazer a contagem, demonstrou-se que ele valeu-se da particularidade de seus conhecimentos prévios com a simulação construída, confirmando que a proposta de atividade despertou a curiosidade em compreender o “tempo de descida, que é igual ao tempo de subida”, um dos componentes do LO, de maneira experimental. Além disso, assim como na construção da Ilustração 3, apresentou habilidades de relacionar a parte experimental com a teórica.

Com relação ao P2, além de fazer o uso da estratégia **E4** para a elaboração da simulação, percebe-se que conceituou, de maneira intuitiva, que a velocidade sofre variação no movimento vertical, enquanto no movimento horizontal a velocidade é constante. Isso demonstra que a simulação incentivou significativamente o processo de aprendizagem do participante P2 sobre o conteúdo de LO. Além disso, ao fazer a relação entre a velocidade das projeções do LO após construir uma simulação, demonstra ter habilidades na interpretação e na relação entre a teoria e a prática.

Já o participante P3, além de utilizar a estratégia **E4**, apresentou muita entusiasmo em realizar a simulação. Além disso, assim como P2, também conceituou a velocidade das projeções do LO de maneira intuitiva, por meio da simulação construída. Assim, demonstrou habilidade em relacionar a parte experimental, a simulação, com a teórica, o conceito de velocidade no LO. Respondeu, portanto, de forma contundente à eficiência de uma atividade bem elaborada, com o uso de fundamentos teóricos, referindo-se a atividade proposta.

Desta maneira, pode-se dizer que a utilização de ferramentas pedagógicas e teóricas na atividade proposta influenciou significativamente o estímulo dos participantes no desenvolvimento de suas atividades, pois alinharam seus conhecimentos prévios com suas produções, alcançando uma aprendizagem significativa, principalmente relacionada a simulação com o conceito de LO.

Logo, pode-se afirmar que os participantes vivenciaram, por meio de suas produções sobre a Ilustração 4, as três fases didáticas da TSD de Brousseau (1986, 2008). Na primeira fase, a *situação didática de ação* foi vivenciada por meio da utilização do computador de maneira experimental, pois não se preocuparam em fazer definições iniciais. A segunda fase ficou evidente quando fizeram a ilustração 4 na tentativa de organizar e esquematizar suas produções, caracterizando a *situação didática de formulação*. Na terceira fase, os três

participantes apresentaram conceitos que fazem parte do LO, com o intuito de conceituarem teóricamente suas produções, representando a *situação didática de validação*. Assim, caracterizando a importância da TSD como instrumento teórico e pedagógico.

Ressalta-se que, na construção das ilustrações, mesmo com os procedimentos apresentados, poderiam ocorrer erros durante o desenvolvimento. No entanto, isso não aconteceu devido ao desempenho significativo dos participantes.

4.4.2.5 Protocolo de resolução das perguntas, dos participantes P1, P2 e P3

Nesta seção, serão apresentadas as produções da segunda parte da SD, contidas nos protocolos dos participantes P1, P2 e P3, relacionados às perguntas da atividade. Essas produções, mostradas na Figura 14, são representadas por Respostas da Pergunta do Participante 1 (*RP_P1*); Respostas da Pergunta do Participante 2 (*RP_P2*); Respostas da Pergunta do Participante 3 (*RP_P3*).

Figura 14 - Protocolo de resolução das perguntas dos participantes P1, P2 e P3.

1	O que representa os sentidos dos vetores para cima, para baixo e para os lados nas ilustrações elaboradas?	<u>Rente vertical e parte horizontal do movimento.</u>
2	Com base na resposta da Questão 1 e na simulação apresentada na Ilustração 4, como são denominados, na mecânica, esses movimentos, e qual é o comportamento de suas velocidades?	<u>MU e MUV \rightarrow v varia. \ast v constante.</u>
3	O que a resultante da soma dos vetores de velocidade nas direções vertical e horizontal representa?	<u>Direção Obliqua</u>
4	Represente o intervalo do ângulo que a trajetória do movimento percorre?	<u>$0^\circ < \theta < 90^\circ$</u>
5	O ponto mais alto que a bola chegou é denominado altura máxima, representado pelo vetor v_{y3} na Ilustração 2. Diante disso, por que o vetor v_{y3} , não tem comprimento e não aparece na Ilustração 3?	<u>$v_{y3} = 0$</u>
6	Como é definida a distância da origem $(0, 0)$ até a extremidade $(0, 7)$ do movimento realizado pela bola?	<u>Alconce</u>
7	Com base no movimento mostrado na animação realizada na Ilustração 4, é correto afirmar que: "O tempo de subida é igual ao tempo de descida, e o tempo total é igual a duas vezes o tempo de subida". Marque um (x) na opção que você acha correto.	
	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	RP_P1	

1 O que representa os sentidos dos vetores para cima, para baixo e para os lados nas ilustrações elaboradas?
Vertical e horizontal dos movimentos

2 Com base na resposta da Questão 1 e na simulação apresentada na Ilustração 4, como são denominados, na mecânica, esses movimentos, e qual é o comportamento de suas velocidades?
MU e MUV → velocidade variável.

3 O que a resultante da soma dos vetores de velocidade nas direções vertical e horizontal representa?
Deslocamento oblíquo

4 Represente o intervalo do ângulo que a trajetória do movimento percorre?
 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$

5 O ponto mais alto que a bola chegou é denominado altura máxima, representado pelo vetor v_{y3} na Ilustração 2. Diante disso, por que o vetor v_{y3} , não tem comprimento e não aparece na Ilustração 3?
 $v_{y3} = 0$

6 Como é definida a distância da origem (0, 0) até a extremidade (0, 7) do movimento realizado pela bola?
Alcance

7 Com base no movimento mostrado na animação realizada na Ilustração 4, é correto afirmar que: "O tempo de subida é igual ao tempo de descida, e o tempo total é igual a duas vezes o tempo de subida". Marque um (x) na opção que você acha correto.

Sim Não

RP_P2

1 O que representa os sentidos dos vetores para cima, para baixo e para os lados nas ilustrações elaboradas?
M. Horizontal e M. Vertical.

2 Com base na resposta da Questão 1 e na simulação apresentada na Ilustração 4, como são denominados, na mecânica, esses movimentos, e qual é o comportamento de suas velocidades?
M.U. e M.U.V. → velocidade variável.

3 O que a resultante da soma dos vetores de velocidade nas direções vertical e horizontal representa?
Deslocamento oblíquo

4 Represente o intervalo do ângulo que a trajetória do movimento percorre?
 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$

5 O ponto mais alto que a bola chegou é denominado altura máxima, representado pelo vetor v_{y3} na Ilustração 2. Diante disso, por que o vetor v_{y3} , não tem comprimento e não aparece na Ilustração 3?
 $v_{y3} = 0$

6 Como é definida a distância da origem (0, 0) até a extremidade (0, 7) do movimento realizado pela bola?
Alcance

7 Com base no movimento mostrado na animação realizada na Ilustração 4, é correto afirmar que: "O tempo de subida é igual ao tempo de descida, e o tempo total é igual a duas vezes o tempo de subida". Marque um (x) na opção que você acha correto.

Sim Não

RP_P3

Fonte: Protocolo dos participantes P1, P2 e P3.

Com base na Figura 14, nota-se que os participantes apresentaram respostas contundentes às respectivas perguntas, mostrando que a primeira parte da atividade, juntamente com os conhecimentos prévios, contribuíram significativamente para as colocações de maneira assertiva na segunda parte.

Desta forma, as respostas dos participantes para a pergunta 1) foram as seguintes: o participante P1 apresentou a resposta: "Parte horizontal e parte vertical do movimento". O P2 respondeu: "Vertical e horizontal dos movimentos". Já o P3 deu a seguinte resposta: "M. vertical e M. horizontal". Assim, mostra-se que os participantes mobilizaram a estratégia E5:

Os participantes podem responder que os sentidos dos vetores para cima e para baixo representam o movimento vertical, e os sentidos dos vetores para o lado representam o movimento horizontal.

No caso do P1, além de utilizar a **E5**, ele também apresentou argumentos intuitivos em relação aos vetores ao empregar a palavra “*parte*” em sua resposta. Apesar de ter comentado erro de escrita que se enquadra no **ER6**, pois subentende-se que, em sua fala, ele se referia a dois tipos de movimentos, assim seria “*dos movimentos*” não “*do movimento*”. Porém, esse erro não interferiu na autenticidade e assertividade de sua resposta.

Assim como o P1, o P2, além de usar a **E5**, apresentou em sua resposta a expressão “dos movimentos”. Com isso, de maneira intuitiva, ficou evidente que, na sua concepção, os vetores representavam dois tipos de movimento.

Já o P3, além de utilizar a **E5**, utilizou em sua resposta a abreviação “*M*”. Com base nas observações e produções feitas por ele, entende-se que “*M*” refere-se à palavra “*Movimento*”. Assim, em vez de escrever “*Movimento vertical*” e “*Movimento horizontal*” por completo, ele optou por utilizar apenas a inicial da palavra “*Movimento*” como forma de simplificar sua resposta.

A partir da resposta da pergunta 1) os participantes P1, P2 e P3, vivenciaram a terceira fase adidática da TSD de Brousseau (1996, 2008), a *formulação*, pois tentaram validar os conhecimentos vivenciados por meio de ferramentas avaliativas e o saber formulado por eles, sendo que esse saber possui validade de cunho teórico, vinculado a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica.

No que diz respeito à resposta da pergunta 2) dos participantes P1, P2 e P3, o participante P1 respondeu: “*MU v. constante e MUV v. varia*”. P2, deu a seguinte resposta: “*MU velocidade constante e MUV velocidade varia*”. Já o P3 respondeu: “*MU velocidade constante e MUV velocidade varia*”.

Observa-se que os três participantes utilizaram a estratégia **E7**: Por meio da observação feita pelos participantes na simulação, eles podem perceber que o ponto que se movimenta na horizontal avança sem sofrer alteração em sua trajetória. Por outro lado, o ponto que se desloca para cima tem seu sentido invertido ao longo do movimento. Assim, os participantes podem concluir que o movimento horizontal é um Movimento Uniforme (MU), caracterizado por velocidade constante, enquanto o movimento vertical é um Movimento Uniformemente Variado (MUV), em que a velocidade varia.

Com isso, percebe-se que P1, ao fazer uso da **E7**, abreviou o Movimento Uniformemente, colocando apenas “*MU*” e para Movimento Uniformemente Variado abreviou

com “*MUV*”. Essas abreviações são comumente utilizadas, pois fazem parte dos conceitos apresentados, demonstrando que P1 compreende o conteúdo em estudo. Além disso, optou por usar “*v*” para representar a velocidade, o que não é uma abreviação comum. No entanto, considerando o participante P1 e as suas produções anteriores, pode-se dizer que abreviar a velocidade demonstra que quis apresentar apenas a resposta de forma resumida.

Além disso, o participante P1 cometeu um pequeno erro ao escrever a definição, omitindo a letra “*a*” na frase após *MU* e *MUV*: “*MU v. constante e MUV v. varia*”, o que o enquadra parcialmente no *ER8*. Esse erro ocorreu devido à forma resumida ou abreviada que ele quis utilizar. No entanto, isso não comprometeu totalmente sua resposta, que está parcialmente correta.

Com relação às respostas dos participantes P2 e P3, além de mobilizarem a estratégia E7, também apresentaram respostas idênticas. Eles utilizaram as abreviações “*MU*” para Movimento Uniforme e “*MUV*” para Movimento Uniformemente Variado. Essas abreviações são comumente utilizadas, pois fazem parte dos conceitos dos conteúdos apresentados, demonstrando que P2 e P3 possuem compreensão do conteúdo apresentado na atividade proposta.

Além disso, os participantes P2 e P3 cometeram um pequeno erro ao escrever a definição, omitindo a letra “*a*” na frase após *MU* e *MUV*: “*MU v. constante e MUV v. varia*”, o que o enquadra parcialmente no *ER8*. Esse erro ocorreu devido à forma resumida ou abreviada que eles utilizaram. No entanto, isso não comprometeu totalmente suas respostas, que está parcialmente correta.

Contundo, percebe-se que os participantes P1, P2 e P3, vivenciaram a terceira fase adidática da TSD de Brousseau (1986, 2008), a *fase adidática de validação*, pois, na tentativa de conceituarem por meio de suas respostas o conteúdos relacionados, valeram-se de instrumentos avaliativos e o saber formulado por eles, sendo que esse saber possui veracidade de cunho teórico, vinculado a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica.

No tocante às respostas da pergunta 3 apresentadas pelos participantes P1, P2 e P3, localizadas na Figura 14, todos deram a mesma resposta: “*Lançamento Oblíquo*”. Observa-se que os três participantes mobilizaram a estratégia *E9*: Mediante a construção e observação direta nas ilustrações e simulação, participantes podem concluir que a soma dos vetores nas direções vertical e horizontal descreve o LO.

A partir das informações apresentadas em suas respostas com relação à pergunta 3, além de mobilizarem assertivamente a E9, apresentaram entendimento sólido sobre o conteúdo LO. Percebe-se que essa visão surgiu através de conhecimentos pré-estabelecidos, alinhados com a

atividade proposta. Dessa forma, essa proposta contribuiu para uma aprendizagem significativa..

Com base nestas respostas, percebe-se que os participantes P1, P2 e P3, vivenciaram a terceira fase adidática da TSD de Brousseau (1986, 2008), a *fase adidática de validação*, pois, na tentativa de conceituarem por meio de suas respostas o conteúdo LO, valeram-se de instrumentos avaliativos e o saber formulado por eles, sendo que esse saber possui veracidade de cunho teórico, vinculado a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica.

Acerca das respostas apresentadas à pergunta 4), o P1 respondeu: “ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ”. O P2 deu a mesma resposta: “ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ”. Da mesma forma, que P1 e P2, o P3 também colocou: “ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ”. Percebe-se que os estudantes utilizaram a estratégia **E11**: Por meio da construção e observação direta das ilustrações e da simulação, os estudantes podem concluir que a trajetória do movimento está limitada pelo intervalo $0^\circ < \theta < 90^\circ$.

Em vista disso, observa-se que os participantes P1, P2 e P3 obtiveram respostas iguais, conceituando o intervalo da trajetória da bola apenas utilizando a expressão, o que demonstra facilidade na escrita de intervalos no formato meramente matemático, além da aplicação correta na descrição do conteúdo de Física e o uso da estratégia **E11**, validando a proposta de atividade na pergunta 4.

Com isso, percebe-se que os participantes P1, P2 e P3, vivenciaram a terceira fase adidática da TSD de Brousseau (1986, 2008), a *fase adidática de validação*, pois, na tentativa de conceituarem por meio de suas respostas o intervalo da trajetória da bola, valeram-se de instrumentos avaliativos e o saber formulado por eles, sendo que esse saber possui veracidade de cunho teórico, vinculado a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica.

No que diz respeito à pergunta 5), os participantes P1, P2 e P3 apresentaram a resposta: $v_{y3} = 0$, evidenciando que optaram por mobilizar seus conhecimentos utilizando a estratégia **E13**: Por meio da construção e observação das ilustrações e da simulação, os participantes podem perceber que, quando a bola para de subir, o vetor velocidade $v_{y3} = 0$, ou seja, a velocidade na altura máxima é igual a zero.

Observe-se que os participantes obtiveram respostas iguais, além de utilizarem a **E13** de maneira consciente e assertiva. Além disso, apresentaram entedimento a respeito do ponto máximo do LO, onde, de fato, a velocidade vertical é igual a zero, evidenciando que seus conhecimentos foram mobilizados durante o desenvolvimento da atividade, como mostrado no protocolo de resolução da pergunta 5.

Diante disso, pode-se afirmar que os participantes P1, P2 e P3 vivenciaram a terceira

fase adidática da TSD de Brousseau (1986, 2008), a *fase adidática de validação*. Na tentativa de conceituar, por meio de suas respostas, a Altura Máxima, componente que faz parte do conteúdo LO, utilizaram instrumentos avaliativos e o saber formulado por eles, sendo que esse saber possui veracidade de cunho teórico, vinculado a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica.

Em conformidade com a resposta da questão 6), os participantes apresentaram respostas similares, sendo ela: “Alcance”. Pode-se afirmar que os participantes optaram por mobilizar a estratégia **E15**: Por intermédio da construção e das observações das ilustrações e da simulação, os participantes podem concluir que a distância da origem até a extremidade do movimento é denominada alcance.

Percebe-se que, ao apresentarem respostas iguais e assertivas, além de utilizarem a E15 de maneira consciente, ficou evidente que relacionaram a teoria com a prática de maneira contundente. Acredita-se que os conhecimentos prévios trazidos por eles, juntamente com o estímulo advindo da atividade proposta, culminaram em uma resposta significativa para a pergunta 6.

Desta forma, considera-se que os participantes P1, P2 e P3 vivenciaram a terceira fase adidática da TSD de Brousseau (1986, 2008), a *fase adidática de validação*. Na tentativa de conceituar, através de suas respostas, o alcance, um dos componentes do LO, utilizaram instrumentos avaliativos e o saber formulado por eles, sendo que esse saber possui veracidade de cunho teórico, vinculado a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica.

Com relação às respostas da pergunta 7), descritas pelos participantes P1, P2 e P3, todos marcaram a mesma opção: “sim”, culminando no fato de que utilizaram a estratégia **E17**: Por intermédio da construção e das observações das ilustrações e da simulação, os participantes podem escolher a opção “sim”, pois é a resposta correta, considerando o tempo de subida e descida do movimento descrito.

A partir da descrição apresentada pelos participantes no procolo da pergunta 7, confirma-se o uso de estratégia **E17**, pois fica evidente que ao trazer a resposta correta, pode-se dizer que a habilidade de relacionar a parte teórica com a prática foi realizada, demonstrando que a atividade proposta, juntamente com seus conhecimentos prévios, ajudaram de forma significativa no momento de apresentarem suas respostas com cunho teórico válido.

4.4.3 Considerações dos encontros

A partir dos três encontros mediados pelas análises dos protocolos de resolução dos participantes P1, P2 e P3, pode-se afirmar que eles possuem domínio relacionado ao

computador e ao SG, além de apresentarem dados satisfatórios na atividade relacionada ao conhecimento do conteúdo LO. Ademais, utilizaram as ilustrações do jogador de futebol em conjunto com os procedimentos indicados para a construção das Ilustrações 1, 2, 3 e 4, e para as respostas das perguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Além disso, apenas em duas respostas trouxeram equívocos na definição e escrita e, mesmo com estes erros, demonstraram facilidade na escrita dos conceitos de Física e Matemática, principalmente com relação aos conceitos relacionados ao LO, além da habilidade na construção das ilustrações.

Tal fato foi evidenciado durante o desenvolvimento da atividade, pois os participantes se mostraram motivados e, com isso, apresentaram uma participação dinâmica e proativa à proposta, vivenciando a fase de devolução, experienciada por meio de um ambiente de cunho científico investigativo, contribuindo significativamente para vivenciarem as *fases adidáticas de ação, formulação e validação* (Brousseau, 1996, 2008), contribuindo significativamente para a fase didática de institucionalização.

As fases adidáticas da TSD de Brousseau (1996, 2008), foram vivenciadas pelos participantes, por meio de suas produções, a saber: da elaboração das Ilustrações 1, 2, 3 e 4, juntamente com seus comentários, e através das respostas das perguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. todas alinhadas às estratégias: **E1, E2, E3, E4, E5, E7, E9, E11, E13 E15 e E17**, enquanto os erros ficaram apenas em: **ER6 e ER8**.

Na primeira fase, a *situação adidática de ação* foi vivenciada por meio da utilização do computador do SG de maneira experimental, pois não se preocuparam inicialmente em conceituar teoricamente a atividade apresentada. Assim, evidenciado do começo ao fim, mostraram-se comprometidos com a proposta apresentada, disponibilizando dados teóricos e práticos para o momento da análise.

Segundo Sousa, Azevedo e Alves (2021), Freitas(2012), Maia(2021) e Brousseau (1996, 2008), na *fase da situação adidática de ação*, o participante não se preocupa em resolver as atividades propostas utilizando um viés teórico, valendo-se apenas dos conhecimentos empíricos.

A segunda fase, ficou evidente quando os participantes construíram as ilustrações 1, 2, 3 e 4 na tentativa de organizar e esquematizar suas produções, onde presenciou-se que os participantes encontravam-se à vontade para o desenvolvimento da atividade relacionada à SD, utilizando o SG, o que caracteriza a *situação adidática de formulação*. Conforme afirma Sousa, Azevedo e Alves (2021), Freitas (2012), Maia (2021) e Brousseau (1996, 2008), na *situação didática de formulação*, os participantes traçam estratégias e verbalizam-nas, examinando o que conjecturaram da fase anterior, de forma consciente.

Os participantes vivenciaram a terceira fase através da elaboração de quatro ilustrações e dos comentários, e por meio das respostas às sete perguntas. Eles apresentaram em seus protocolos conceitos que compõem o LO e a definição do próprio conteúdo em destaque, o LO. Assim, embasados nas palavras de Sousa, Azevedo e Alves (2021), Freitas (2012), Maia (2021) e Brousseau (1996, 2008), na *situação adidática de validação*, os estudantes procuram um meio de validar os conhecimentos adquiridos por meio de argumentos avaliativos e do saber formulado por eles, sendo que esse saber possui ferramentas de cunho teórico, relacionadas a conceitos inseridos na visão epistêmica e pedagógica..

Entende-se que a realização da *fase didática de institucionalização* da TSD de Brousseau (1996, 2008) foi apresentada pelos participantes por meio dos protocolos, uma vez que sistematizaram as informações através das situações adidáticas, fornecendo construções, comentários e respostas de maneira assertiva, relacionadas ao conteúdo em estudo, bem como ao LO, além de agregarem novos conceitos ao estudo, contribuindo para a internacionalização do conhecimento.

Também se apresentam algumas ressalvas: primeiramente, com relação às respostas semelhantes nas perguntas 3, 4, 5, 6 e 7, apresentadas pelos participantes P1, P2 e P3. Esses protocolos foram resultado do entendimento dos participantes sobre o conteúdo, visto que os três estavam distantes uns dos outros e concentrados no desenvolvimento de suas atividades, o que impossibilitou que houvesse “cola”, ou seja, que copiassem as respostas dos colegas, garantindo a integridade e a veracidade das respostas apresentadas.

Outra situação a ser ressaltada é que, na construção das ilustrações, mesmo com o procedimento apresentado, poderiam ocorrer erros durante o desenvolvimento. No entanto, isso não aconteceu devido ao desempenho significativo dos participantes. Os únicos erros apresentado foram na escrita das respostas apresentado uma definição incompleta, porém, estes erros são normais por se tratar da construção do conhecimento. Nas palavras de Brousseau (Brousseau, 1983, p. 171) “ o erro não é somente o efeito da ignorância, da certeza, do acaso [...], mas o efeito de um conhecimento anterior”.

Os protocolos das atividades desenvolvidas pelos participantes P1, P2 e P3 confirmam a eficácia da aprendizagem dos conceitos de LO, potencializando o SG como instrumento tecnológico pedagógico, destacando a TSD e a ED como ferramentas teóricas facilitadoras para o processo de desenvolvimento e conhecimento dos estudantes. Essa abordagem de cunho pedagógico traz a possibilidade de elaboração de problemas desafiadores, contribuindo para o aprendizado dos estudantes em todos os níveis, o que corrobora diretamente com a institucionalização do conhecimento, que é interiorizado e consolidado pelo estudantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa de mestrado, objetivou-se analisar as contribuições da Sequência Didática para o processo de aprendizagem do Lançamento Oblíquo dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá, Amazonas. Como base teórica, foram utilizados elementos da TSD, de Brousseau (1996, 2008), e, como base metodológica, a ED descrita por Michèle Artigue (1996). Essas fundamentações teóricas serviram como base, pois orientaram a construção, aplicação e análise das atividades propostas vinculadas à sequência.

Na revisão bibliográfica realizada nos três momentos da pesquisa, foi identificada uma lacuna de investigações que utilizam ferramentas digitais, como o GeoGebra, no ensino de Física, com ênfase no conteúdo de LO. Além disso, foi verificado também que parte das produções prioriza o ensino da Matemática, mesmo quando o foco era Física, evidenciando a forte relação entre ambas. Poucos trabalhos utilizaram os referenciais teóricos de Brousseau (1996, 1986, 2008) e Artigue (1996), apontando uma lacuna teórica relevante.

Quanto aos níveis de ensino, as aplicações concentraram-se no Ensino Médio e Superior, sendo mínima a presença da Física no Ensino Fundamental. Regionalmente, há carência de estudos nas regiões Norte e Centro-Oeste. Por fim, os trabalhos que empregaram o GeoGebra ou outros *softwares* demonstraram contribuições significativas para a compreensão e ensino do conteúdo, reforçando a relevância de tecnologias digitais na área.

Por conseguinte, trabalhou-se, dentro das análises *a priori*, o desenvolvimento de uma única atividade dividida em duas etapas, com o uso do SG referente à SD do LO. Além disso, foram construídas estratégias, das quais apenas onze foram utilizadas pelos participantes, sendo elas: **E1, E2, E3, E4, E5, E7, E9, E11, E13, E15 e E17**. Ademais, a construção da atividade relacionada e a estratégias se deu pelo aporte disponibilizado pelas produções apresentadas na análises preliminares.

Na parte da experimentação, foi evidenciado que, desde o começo até o fim, os participantes se mostraram comprometidos com a proposta apresentada, disponibilizando dados teóricos e práticos para o momento da análise.

No que diz respeito aos acontecimentos ocorridos durante a análise *a posteriori* e validação, estes de deram por meio de observação e análises das produções dos participantes P1, P2 e P3, decorrentes da experimentação. Além disso, apresentaram resultados significativos sobre a atividade proposta, vivenciando-se as três fases didáticas da TSD de Brousseau (1996, 2008). Ademais, a produtividade dos três foi tão eficaz que facilitou, no momento de

institucionalizar, a contemplação do conhecimento vivenciado por eles.

Após todo o percurso da pesquisa, um grande aliado se tornou fundamental e eficaz: a tecnologia digital, o SG, sendo que o próprio Brasil (2018) afirma que o entendimento sobre as tecnologias digitais de informação e comunicação nas inúmeras práticas sociais, incluindo os âmbitos educacionais, desenvolve a habilidade de construir conhecimentos, solucionar problemas, desempenhar protagonismo e autoria na vida particular e coletiva.

Logo, as contribuições teóricas e metodológicas fornecidas pelo mapeamento dos trabalhos que relacionam o SG e o LO permitiram que esta pesquisa atingisse positivamente o primeiro objetivo. Além disso, o desenvolvimento da SD no SG contribuiu para o processo de construção de conhecimentos sobre o LO pelos estudantes do 1 ano do Ensino Médio, alcançando-se, assim, o segundo objetivo, que se deu por meio da análise da SD devolvida no SG, evidenciado que os estudantes obtiveram resultados significativos, demonstrando que compreenderam o conteúdo relacionado ao LO, assim, alcançando com êxito o terceiro objetivo.

Desta forma, foi validada a SD do LO, garantindo o alcance do objetivo geral proposto, que era analisar as contribuições da Sequência Didática para o processo de aprendizagem do Lançamento Oblíquo dos estudantes do 1 ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá, Amazonas.

Assim, como base teórica, contou-se com os elementos da TSD, elaborada por Brousseau (1996, 2008), e, como base metodológica, a ED descrita por Michèle Artigue (1996), as quais ajudaram no resultado plausível e significativo da investigação.

Também foi disponibilizado ao campo educacional a inserção de mais um material pedagógico, a SD do LO, mediada por conceitos teóricos, por uma ferramenta digital, o SG, para a aprendizagem de Física. Brasil (2018) afirma que o entendimento sobre as tecnologias digitais de informação e comunicação nas inúmeras práticas sociais, incluindo os âmbitos educacionais, desenvolve a habilidade de construir conhecimentos, solucionar problemas, desempenhar protagonismo e autoria na vida particular e coletiva.

Assim, a pesquisa, por meio da SD do LO, mesmo tendo sido analisadas apenas as produções de três participantes, apresentou resultados significativos. Os outros sete estudantes também contribuíram para a pesquisa, pois participaram ativamente de dois encontros, produzindo materiais coerentes com as atividades propostas.

Além disso, durante o período de investigação, o pesquisador foi convidado a aplicar a SD do LO em uma turma de 28 estudantes de outra instituição de ensino, devido às dificuldades

dos alunos em compreender o conteúdo de LO. Após a aplicação, os estudantes obtiveram resultados positivos. A experiência foi tão bem-sucedida que o projeto será utilizado não apenas para o aprendizado do LO, mas também para aprofundar e aprimorar a linguagem computacional da SD do LO no SG. Por conseguinte, após aprimoramentos, a simulação será disponibilizada na *web*.

É evidente que a SD do LO foi validada pelas produções dos três participantes, porém, foi potencializado pela contribuição dos demais, ou seja, pelos membros participantes da escola CETI e pelos estudantes de outra instituição de ensino.

Ressalta-se que, ao utilizar essa ferramenta metodológica - seja para fins de pesquisa ou como recurso didático - , é possível simplificar os passos apresentados nos Quadros 22, 23, 24 e 25. No entanto, é importante ter cuidado para não omitir etapas fundamentais. Além disso, esse recurso também permite o estudo de outros conteúdos, como as funções afim e quadrática.

Portanto, a pesquisa teve um impacto socialmente significativo, pois a ferramenta SD do LO servirá como um instrumento a ser inserido na escola onde foi aplicada e como projeto em outra instituição de ensino. Assim, pode-se afirmar que influenciou o processo de aquisição de conhecimento, tanto para o professor quanto para o estudante, abrangendo toda a esfera educacional, especialmente nos âmbitos escolares onde esta experiência foi vivenciada. Por fim, espera-se que essa pesquisa contribua ainda mais para estudos futuros, bem como para o ensino e a aprendizagem do conteúdo de LO.

REFERÊNCIAS

- ADÃO, Alberlice de Oliveira . A importância das tecnologias digitais no ensino e aprendizagem dos alunos dos anos finais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 154 - 176, abri. 2023. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/81>. Acesso em: 25 jun. 2023.
- ALMEIDA, Francisco Fabio Monteiro de. **Lançamento Oblíquo: Uma Abordagem Matemática**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- ALMOULOUD, Saddo Ag ; COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Santa Catarina, v. 6, n. 6, p. 62 - 77, jan. 2008. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2008v3n1p62>.
- ALMOULOUD, Saddo Ag. Diálogos da didática da matemática com outras tendências da Educação Matemática. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 145 - 178, jan. 2019. Disponível em: https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/301. Acesso em: 10 jun. 2023.
- ANDRADE, Davy Dias; JESUS , José Carlos Oliveira de ; ALVES, Álvaro Santos. Conteúdo imagético dinâmico sobre polarização da luz: explorando potencialidades do GeoGebra para o Ensino de Física no Nível Superior. **Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 107 - 121, jun. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2023.v12i1p107-121>.
- ANGOTTI, José André Peres. **Metodologia e Prática de Ensino de Física**. 1. ed. Santa Catarina: LANTEC-CED-UFSC, 2015.
- ARAUJO, Rafael Enrique Gutiérrez; BRACHO, Luis Andrés Castillo. Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da física. **Tecné Episteme y Didaxis**, [s. l.], v. 47, n. 4, p. 201 - 216, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11336>.
- ARTIGUE, Michèle. Engenharia Didática. In: BRUN, Jean (org.) **Didáctica das Matemáticas** Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.
- ARTIGUE, Michèle. Ingénierie Didactique. **Recherches em Didactique dès Mathématiques**, Grenoble, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.
- BARBOSA, Márcio Pereira. **Recursos tecnológicos como ferramentas didáticas no processo ensino-aprendizagem de função quadrática**. 2016. 93 f. Dissertação (Centro de Tecnologia e Ciências) –Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- BARROS, Vilma Luísa Siegloch *et al.* Formação de professores e o uso de tecnologias digitais em tempos de pandemia: Reflexões e decisões. **Revista Ambiente**, Boa Vista, v. 1, n. 1, p. 35 - 45, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.v1i1.1074>.

BASTOS, Alexandre Gatelli Bastos. **Lançamento Oblíquo de foguete a propulsão de água em uma Sequência de Ensino potencialmente significativa**. 2020. 95 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Campus Litoral Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2020.

BORDIN, Fabiana. **Sequência Didática para o Ensino de Funções Afim, Quadrática, Exponencial e Logarítmica**. 2016. 112 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Matemática) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

BRAGA, Roberta Modesto ; SOUZA, Amanda Maia Souza. Boneco Trapezista: Trigonometria via Modelagem Matemática com o auxílio do Geogebra. **Revista Cocar**, [s. l.], v. 13, n. 27, p. 637 - 659, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/2861>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio /matemática e ciências naturais**. Brasília (DF): MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2022.

BROUSSEAU, Guy. **Fundamentos e Métodos da Didática da Matemática**. In: BRUN, Jean (org.) *Didática das Matemáticas*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 35-113.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: conteúdos métodos de ensino**. 1. ed. 1. impr. São Paulo: Ática, 2008.

CASSAL, Marcos Luis; ISAIA, Silvia Maria de Aguiar; ORENCO, Gilberto. O problema do lançamento oblíquo no Ensino de Física com abordagem na programação de computadores. **Revista Educar Mais**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 878-900, mai. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15536/reducarmais.6.2022.2806>.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Portal de Periódicos**. Disponível em: <http://www-periodicos-capes.gov.br.ez31.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 23 ago. 2023.

COSTA, Felipe; ALMEIDA, Marcio. Função tangente: desenvolvendo esse tipo de função com a modelagem matemática. **Horizontes - Revista de Educação**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 114 -130, dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.30612/hre.v5i10.8549>.

COSTA, Felipe de Almeida; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. O ensino das funções trigonométricas através da resolução de problemas com o uso do geogebra. **Tangram - Revista de Educação Matemática**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 92-113, dez. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.30612/tangram.v4i4.14617>.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo,**

quantitativo e misto. Tradução de Sandra Maria Mallmann da Rosa. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

D'AMDROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação:** reflexões sobre educação e matemática. 6. ed. São Paulo: Summus; Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Física, volume 1 : mecânica.** 3. ed. São Paulo : Saraiva, 2016.

DUTRA, Elci Rodrigues de Almeida. **A utilização de experimentos e simulações no Ensino de Física com o uso do software Tracker.** 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Campus Bagé, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2017.

FERREIRA, Marcus Vinícius Vieira; FERREIRA, Artur Teixeira; SOUZA, Maria Alice Veiga Ferreira de . Teoria das Situações Didáticas e seus elementos para o ensino de Física e Matemática *In: Encontro Científico de Física Aplicada*, 7, 2016, Vitória. **Anais [...].** São Paulo: Blucher, 2016. DOI 10.5151/phypro-vii-efa-006.

FERREIRA, Marcus Vinícius Vieira. **Ensino e aprendizagem de movimento retilíneo pelas via das situações didáticas.** 2016. 105 f. Dissertação (Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2016.

FONSECA, Karina Maria da. Geogebra como opção metodológica. **Cadernos do Ime - Série Matemática**, [s. l.], n. 12, p. 26-38, nov. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.12957/cadmat.2018.36645>.

FREITAS, José Luiz Magalhães de. **Teoria das Situações Didáticas.** In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (Org.). Educação Matemática: uma (nova) introdução. 3. ed. revisada. 2. reimpr. São Paulo: EDUC, p. 77-111, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social** . 6. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

GOMES, Sue Lam Rhâmidda Pereira. **Engenharia Didática:** uma alternativa no ensino de física contemporânea. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Campus Universitário de Araguaína, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2018.

GOULART, Bruna Natiele Kemerich; PASTORIO, Dioni Paulo; VIDMAR, Muryel Pyetro. O papel do professor diante das tecnologias digitais de informação e comunicação no contexto do ensino remoto emergencial de Física e Ciências. **Revista de Enseñanza de La Física**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 17-26, jun. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.55767/2451.6007.v35.n1.41387>

INSTITUTO GEOGEBRA. **Grupo de Pesquisa de Extensão em Recursos Computacionais no Ensino de Matemática.** Disponível em: <http://www2.uesb.br/institutogeogebra/>. Acesso em: 8 jun. 2023.

KLEEMANN, Sue Lam Rhâmidda Pereira. **Desenvolvimento de propostas metodológicas para o trabalho Interdisciplinar nas isciplinas de Matemática e Física.** 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – Campus Chapecó, Universidade

Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2018.

LAVOR, Otávio Paulino; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Sequência didática no ensino de lançamento oblíquo com auxílio de simulador da plataforma PhET. **Revista Educar Mais**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 515-522, mai. 2022. DOI: <https://doi.org/10.15536/reducarmais.6.2022.2806>.

LEÃO, Marinildo Barreto de. **Percepção dos conhecimentos dos professores de matemática por meio do modelo de Van Hiele associado com a Sequência Didática utilizando o software GeoGebra**. 2018. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) – Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2021.

LIMA, Franco Donizete . A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física Moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**, Uberaba , v. 11, n. 1, p. 151–162, abr. 2018. DOI: 10.18554/rt.v0i0.2664.

MAIA, Ana Cláudia Bortolozzi. **Questionário e entrevista na pesquisa qualitativa: elaboração, aplicação e análise de conteúdo**: Manual Didático. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020.

MAIA, Emivan da Costa. **Letramento Estatístico: compreensão gráfica por meio de sequências didáticas interdisciplinares**. 2021. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) – Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2021.

MARTINES, Régis do Santos Alves *et al.* O uso da TICs como recurso pedagógico em sala de aula. In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, 2018, São Carlos. **Anais[...]** São Paulo: UFSCAR, 2018. p. 1–12

MARTINS, Tiago; DOERING, Luiza; BARTZ, Mauro. Utilização do GeoGebra na resolução de problemas físicos: uma possibilidade para a modelagem matemática na educação básica. **Revista Thema**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 225-235, 23 maio 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.225-235.457>.

MELO, Enaldo Vieira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino e aprendizagem de funções trigonométricas por meio do software Geogebra aliado à Modelagem Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 12-30, dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v7i5.1182>.

MENEZES, Rhômulo Oliveira. Modelagem Matemática no Ensino de Geometria: uma situação-problema utilizando o geogebra. **Revista do Instituto Geogebra Internacional de São Paulo**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 123-132, nov. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2023.v12i3p123-132>.

MINAYO, Maria Cecília de Souza . **O desafio do conhecimento**: Pesquisa Qualitativa em Saúde. 14. Ed. São Paulo: HUCITEC, 2014.

MOLINARI, José Robyson Aggio ; SANTOS, Lidiane Aparecida dos; RETSLAFF, Franciéle Maria de Souza. Um relato de experiência no ensino de funções quadráticas com a utilização

do software Geogebra. **Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, v. 5, n. 2, p. 15 – 28, jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.35819/remat2019v5i2id3287>.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência e Educação**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 117-128. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wvLhSxkz3JRgv3mcXHBWSXB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 28 agos. 2023.

NANI, Ana Paula Souza *et al.* **Ser protagonista : física**, 1º ano. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

NEIDE, Italo Gabriel *et al.* Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 567-588, ago. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/21757941.2019v36n2p567>.

NINOW, Valmir; KAIBER, Carmen Teresa. O projeto “Lançamento de Projéteis”: uma perspectiva para o ensino e aprendizagem da matemática no ensino médio. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 300-317, mar. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2016v11n2p300>.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: ótica, relatividade e física quântica**. 4. ed. São Paulo: E. Blücher, 2002.

PAIVA, Annatanael Silva. **Telemetria com uso de arduino em lançamento de foguetes no Ensino Médio: Uma metodologia alternativa para ensinar Cinemática no lançamento oblíquo de foguetes de garrafa PET**. 2021. 184 f. Dissertação (Ensino de Física em Rede Nacional) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2021.

PEREIRA, Nádia Vilela; ARAËJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Uma proposta de ensino a partir da história da Física. **E-Mosaicos**, [s. l.], v. 8, n. 18, p. 92-114, set. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.12957/e-mosaicos.2019.42890>.

PINHEIRO, Rosane Salviano de Oliveira; SILVA, Gleydimar Pereira da. A importância do uso das TICS na Educação Básica: uso das TICS como instrumento facilitador da aprendizagem. **Thought - World Education In Debate**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 217-225, 2020. Even3. <http://dx.doi.org/10.29327/227764.1.1-24>.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROZ, Joelma de Pontes Silveira. A importância do uso da tecnologia como ferramenta pedagógica na sala de aula *In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias*, 1, 2018, São Carlos. **Anais [...]**, CIET:EnPED:2018. p. 1 - 13. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/102>. Acesso em: 28 jun. 2023.

RIBEIRO, Antonio Carlos Vieira. **Manual para desenvolvimento simulações em geografia: um recurso didático para o ensino de cinemática na educação básica**. 2019. 203 f. Dissertação (Ensino de Física em Rede Nacional) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade

Federal do Maranhão, São Luis, 2021.

RICHIT, Andriceli. **Formação de Professores de Matemática da Educação Superior e as Tecnologias Digitais**: Aspectos do conhecimento revelados no contexto de uma comunidade de prática online. 2015. 286 f. Tese (Programa de Pós graduação em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

RODRIGUES, Joelma Alves *et al.* Contrato Didático no Ensino Remoto: um contributo para o estudo de área aliado ao software geogebra. **Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências**, [s. l.], v. 10, n. 02, p. 232-252, dez. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.22481/rbba.v10i02.8869>.

SANTANA, Hesrron Crysthoffer Porto; GONZALEZ, Pedro Luiz . Modelagem matemática como metodologia para o processo de aprendizagem de função exponencial. **Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 232-252, dez. 2019. DOI: 10.3895/actio.v1n1.10870.

SANTOS, Arlem Atanzio dos Santos; ALVES, Francisco Regis Vieira. A engenharia didática em articulação com a teoria das situações didáticas como percurso metodológico ao estudo e ensino de matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** , [s. l.], v. 19, n. 3, p. 447 - 465, jun. 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/2739>. Acesso em: 28 agos. 2023.

SANTOS, Acárem Chrísler Ferreira dos; MACÊDO, Josué Antunes de. Uso dos Softwares Geogebra e Winplot no Estudo de Funções Transcendentes. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 155, jan. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2015v10n2p155>.

SANTOS, Daniel de Jesus Melo dos. Sequência didática para alunos do ensino médio: O estudo de conceitos físicos para aprendizagem da lei do movimento. **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1683-1700, dez. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.23926/rpd.2526-2149.2020.v5.n3.p1683-1700.id903>.

SILVA, Renildo Franco da Silva; CORREA, Emilce Sena Correa. Novas tecnologias e educação: a evolução do processo de ensino e aprendizagem na sociedade contemporânea. **Educação & Linguagem**, [s. l.], v.1, n. 1, p. 23-35, 2014. Disponível em: <https://www.fvj.br/revista/wp-content/uploads/2014/12/2Artigo1.pdf>. Acesso em: 23 set. 2023.

SILVA, Swéle Rachel da Silva; MELO, Cláudia Adriana de Sousa. A utilização da simulação “Força e Movimento” da plataforma PHET, como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem no ensino médio. **Revista Educação e Emancipação**, São Luís, v. 9, n. 2, p. 257- 277, dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18764/2358-4319.v9n2p257-277>.

SILVA, Jade Souza da *et al.* Tecnologias digitais aplicadas ao ensino de física: Sequência Didática mediada pelo software modellus. **Vitruvian Cogitationes**, [s. l.], v. 5, n. extra, p. 23-38, dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.4025/rvc.v4i3.70793>.

SILVA, Wellington da ; ASSIS, Alice ; TRAVAIN, Silmar Antonio . Função Quadrática e Lançamento Oblíquo: proposta de uma abordagem investigativa. **Revista Insignare Scientia**,

[s. l.], v. 3, n. 2, p. 334-348, agos. 2020. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i2.11227>.

SILVA, Lorenna Gondim; FELICIO, Cinthia Maria Felicio; FERREIRA, Julio Cesar Ferreira. Modelagem Matemática: contributos no ensino de função quadrática na educação básica e profissional. **revista insignare scientia**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 138-156, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.2021v8i2p138-156>.

SILVA, Nilson Alves da; FERREIRA, Marcus Vinícius Vieira; TOZETTI, Karla Dubberstein. Um estudo sobre a situação didática de Guy Brousseau. In: XII Congresso Nacional de Educação, 2015, Paraná. **Anais[...]** Paraná: PUCPR, 2015. p. 19951–19961

SILVA, Silvana Costa; SILVA, Flaviana dos Santos; MADRUGA, Zulma Elizabete de Freitas. Software Modellus e Modelagem Matemática: um estudo sobre a aprendizagem de função quadrática. **Revista Thema**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 795-809, jan. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.v16.2019.795-809.1232>.

SILVA, Enilson Araújo. **Sequência Didática com Temas Motivadores no Ensino de Física**. 2016. 170 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

SILVA, Elaine Maria Aparecida da. **Uso de planilha eletrônica e calculadora como recursos didáticos na abordagem de juros e amortizações**. 2016. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Anhanguera, Campos Grande, 2023.

SOARES, Antonio Augusto; CARMO Rodrigo do. Um simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples desenvolvido utilizando o GeoGebra. **Revista Educar Mais**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 1-18, 18 agos.2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n3.4526>

SOARES, Maria Rosana. Modelagem Matemática na sala de aula: Uma abordagem interdisciplinar no ensino de física. **Revista Dynamis**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 79, 15 dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2016v22n2p79-103>.

SOUSA, Leandro Quaresma de . A Modelagem Matemática como metodologia inovadora para o ensino e aprendizagem de física. **Revista Científica**, [s. l.], v.1, n. 4, p. 1-16, fev. 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/modelagem-matematica-como-metodologia-inovadora-para-o-ensino-e-aprendizagem-de-fisica>. Acesso em: 28 jul. 2023.

SOUSA, Rosalide Carvalho de; ALVES, Francisco Régis Vieira; FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes. Aspectos da teoria das situações didáticas (TSD) aplicada ao ensino de geometria espacial referente às questões do ENEM com amparo do software GeoGebra. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 13, n. 2, p. 123-142, 25 nov. 2020. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2020v13n2p123>.

SOUSA, Renata Teófilo de; AZEVEDO, Italândia Ferreira de; ALVES, Francisco Régis Vieira. Engenharia didática e Teoria das Situações Didáticas: um contributo ao ensino de geometria analítica com o software geogebra. **Revista Binacional Brasil-Argentina Diálogo Entre As Ciências**, [s.l.], v. 10, n. 01, p. 357-379, jun. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.22481/rbba.v10i01.8447>.

SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho de; ESPÍRITO SANTO, Adilson Oliveira do. Modelagem matemática e letramento científico no ensino de física. **Revista Exitus**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 635-664, 1 out. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.24065/2237-9460.2019v9n4id1028>.

SOUZA, Cassiana Alves de. **Estudo do lançamento oblíquo utilizando réplicas de armas medievais**. 2020. 182 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Campus Litoral Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2020.

TENÓRIO, André; NETO, Alcides Coelho Borges. O uso do GeoGebra na resolução de questões sobre movimento uniforme. **Revista do Instituto Geogebra Internacional de São Paulo**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 16-36, jun. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2019.v8i1p016-036>.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011b.

TRIPP, David . Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação E Pesquisa**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 443-466, dez. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de . Políticas de Tecnologia na Educação no Brasil: Visão Histórica e Lições Aprendidas. **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas, Arquivos Analíticos de Políticas Educativa**, [s. l.], v. 28, n. 94, p. 1-25, abr. 2020. DOI: . <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4295>.

VIEIRA, Sonia. **Como Elaborar Questioários**. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Como Elaborar Questioários**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O RESPONSÁVEL DO MENOR ADOLESCENTE

Gostaríamos de obter seu consentimento para o menor _____, participar como voluntário e sem remuneração da Pesquisa intitulada “COMPREENSÃO DO MOVIMENTO OBLÍQUO: DESENVOLVENDO SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO *SOFTWARE* GEOGEBRA”, sob a responsabilidade do pesquisador ***Edem Cordeiro de Aguiar***, estudante de Pós-graduação em Ensino, Ciências e Humanidades do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas; Reside na Rua: Maicy; N°: 635, Bairro: São Domingos Sávio; com endereço eletrônico, E-mail: edemcordeiromatfis@gmail; Telefone (97) 984012015, sob orientação da Profa. Dra. ***Elizabeth Tavares Pimentel***, professora adjunta e coordenadora do Pós-graduação em Ensino, Ciências e Humanidades do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas; com endereço eletrônico, E-mail: elizabethpimentel@ufam.edu.br.

Este estudo tem como objetivo geral ***Validar a sequência didática construída para o processo de aprendizagem do movimento oblíquo dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Educação da cidade de Humaitá, Amazonas, utilizando o Software GeoGebra*** e para conseguirmos alcançar o objetivo geral, elencamos quatro objetivos específicos a saber: o primeiro, ***mapear, por meio de revisão da literatura, trabalhos que relacionam o Software GeoGebra e o Lançamento Oblíquo***, o segundo, ***desenvolver sequências didáticas no Software GeoGebra para o processo de construção de conhecimentos sobre Lançamento Oblíquo junto aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio*** e o terceiro constitui-se em ***analisar a compreensão dos estudantes sobre o Lançamento Oblíquo após a aplicação das sequências didáticas desenvolvidas no Software GeoGebra***.

O desenvolvimento desta pesquisa traz contribuições importantes para o aperfeiçoamento do ensino de Física no Ensino Médio, visando ao desenvolvimento do ensino e da aprendizagem dos estudantes. Tendo em vista a importância do tema, a Escola Pública Estadual, Centro Educacional de Tempo Integral Tarcila Prado de Negreiros Mendes (CETI), localizada no município de Humaitá, Amazonas, foi selecionada após visitas realizadas nas três escolas estaduais que possuem Ensino Médio, sendo a única que continha um laboratório de informática com um número considerável de computadores. Além disso, a escolha pelo 1º ano do Ensino Médio se deu pelo fato de o conteúdo Movimento Oblíquo fazer parte da ementa.

Por conseguinte, saliento que a faixa etária dos menores que irão participar da pesquisa, têm entre 14 e 15 anos de idade. Assim a participação do estudante pelo qual o(a) Sr(a) é responsável, se consistirá como sujeito da presente pesquisa, cujo consentimento para a participação ou não do aluno sob sua responsabilidade é um exigência do programa. Essa participação é voluntária e consistirá em atividades desenvolvidas em cinco encontros, com duração de aproximadamente 50 minutos cada. As atividades serão realizadas no contraturno por meio dos computadores, no *Software* GeoGebra no

laboratório de informática da própria escola do estudante pelo qual o(a) Sr(a) é responsável. Os dados coletados serão utilizados na análise de dados e posteriormente descartados, permanecendo confidenciais. Assim sendo, os questionários serão nosso instrumento de coleta de dados, mas para que a pesquisa fique mais sólida, utilizaremos as produções no computador por meio GeoGebra, as fotografias, vídeos e áudios. Para isso, será usado apenas câmera do celular, gravador de voz, caderno e caneta, objetos considerados seguros, porém, é possível ocorrer riscos: desconfortos, constrangimentos, timidez durante as atividades nas aulas. A atividade poderá ser interrompida quando o(a) adolescente desejar. As imagens serão registradas de forma sutil sem que interfira nas atividades em que ele(a) esteja envolvido(a) e sua possível publicação de fotos de seu(sua) filho(a) fará uso de filtros, o rosto não será mostrado. Faremos uso de nomes fictícios, as gravações de vídeos e áudios serão previamente avisadas que irão acontecer possibilitando a ele(a) mais conforto durante a realização. Caso aconteça algo errado, o(a) Sr(a) pode nos procurar pelos telefones que tem no início e no final do texto, principalmente no endereço físico e virtual do pesquisador responsável: “Edem Cordeiro de Aguiar”.

Para ficar mais claro o cuidado que teremos com o seu filho(a), de acordo com a Resolução CNS 466/12, item V, “toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e gradações variadas, como, por exemplo, possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente”. De acordo com a Resolução CNS 466/12, item V, “toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e gradações variadas, como, por exemplo, possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente”. Diante disto, nesta pesquisa, os riscos para o(a) Sr(a) podem ocorrer na dimensão física, por meio de cansaço e desconforto devido ao tempo prolongado sentado na carteira desenvolvendo as sequências no *Software* GeoGebra utilizando o computador. Na dimensão psíquica, o desconforto pode ocorrer no momento de responder às perguntas dos questionários, no instante do registro de fotografias, áudio e vídeos. Na dimensão intelectual, os riscos envolvem dificuldades com os conteúdos de Física e com o uso do GeoGebra solicitados nas sequências didáticas durante a experimentação.

Dessa maneira, se o participante sentir qualquer desconforto ou constrangimento em responder quaisquer questões, não há obrigatoriedade em responder, ou se sentir mal por alguma razão durante aplicação da pesquisa. Sendo assim, os pesquisadores colocam-se à disposição dos sujeitos para que qualquer desconforto seja minimizado, reafirmando que a participação na pesquisa poderá ser interrompida a qualquer momento e que, em casos agravantes, contataremos o Centro de Serviço de Psicologia Aplicada – FAPSI da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Além disso, o participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação, previsto ou não no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a assistência e a buscar indenização conforme a Resolução CNS nº 510, de 2016, capítulo IV, Art. 19º, parágrafo 2; logo haverá obrigação se de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza,

risco para os direitos de outrem, conforme a Código Civil, Lei 10.406, de 2002, artigos 927 a 954, Capítulos I, "Da Obrigação de Indenizar", e II, "Da Indenização", Título IX, "Da Responsabilidade Civil". Assim ficar reiterado, se o participante sentir qualquer desconforto ou constrangimento em responder quaisquer questões, não há obrigatoriedade em responder. Serão empregadas providências para reparação de danos que esta possa acarretar, sendo garantido ressarcimento ou indenização diante de eventuais despesas tidas ou dela decorrentes. Se você aceitar participar, estará contribuindo com informações que poderão ser úteis para este estudo. O pesquisador responsável estará atento a qualquer reação emocional e ficará à escuta de suas necessidades, dúvidas e/ou questionamentos caso existam. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem a todos os Critérios de Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme a resolução N° 446/2012 do Conselho Nacional de Saúde, estando sujeitos a indenização material para reparação de danos caso houver.

Se depois de consentir a participação do(a) aluno(a) o(a) Sr.(a) desistir da autorização, o(a) Sr.(a) tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O(a) Sr.(a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração.

Para esta pesquisa, são esperados os seguintes benefícios: uma visão inovadora no estudo de conteúdos de Física, com ênfase na aprendizagem do Movimento Oblíquo, mediada pela construção de duas sequências didáticas com o uso da tecnologia digital, o *Software* GeoGebra. Assim, o intuito é deixar duas sequências didáticas à disposição de todo o âmbito educacional, principalmente da escola que irá receber a pesquisa, auxiliando na aprendizagem dos estudantes do conteúdo Movimento Oblíquo.

Ressalto ao(à) Sr(a) que esta pesquisa não terá custos nem haverá remuneração para a participação de seu(sua) adolescente. No entanto, caso ocorra algo com o(a) participante, o pesquisador responsável arcará com todas as possíveis despesas.

Para qualquer outra informação, O(A) Sr(a). pode entrar em contato com a pesquisador responsável Edem Cordeiro de Aguiar a qualquer tempo no endereço que se encontra no início deste trabalho. Além disso, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFAM), na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-1181, Ramal 2004, e-mail: cep.ufam@gmail.com, quando pertinente. Também com o PPGECH/UFAM que fica no Campus Vale do Rio Madeira. Rua Vinte e Nove de Agosto, 786 – Centro. Também na Avenida Circular Municipal, 1805 – São Pedro. Humaitá – Amazonas – CEP: 69800-000. Fone: (97) 3373-1180, E-mail: secppgech@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multidisciplinar e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas pelos pais e/ou responsáveis e pelo pesquisador juntamente com sua orientadora. Será disponibilizada uma via para cada um dos envolvidos.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, li e declaro que concordo que meu(minha) filho(a) ou adolescente pelo(a) qual sou responsável _____ (nome completo do menor de 18 anos) participe desta pesquisa: “COMPREENSÃO DO MOVIMENTO OBLÍQUO: DESENVOLVENDO SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO SOFTWARE GEOGEBRA. Entendi a importância da pesquisa para a escola, além das possíveis coisas boas e ruins que podem acontecer durante esse período.

- Sim, autorizo a captura de imagens (fotos e/ou vídeos) do(a) meu/minha filho(a) ou adolescente que sou responsável e a divulgação de sua voz/fala.
- Não autorizo a captura de imagens (fotos e vídeos) do(a) meu/minha filho(a) ou adolescente que sou responsável e a divulgação de sua voz/fala.

Humaitá/AM, _____ de _____ de _____

(Assinatura do responsável)

(Pesquisador responsável)

(Orientadora da Pesquisa)

Polegar direito



Espaço para Impressão Digital do responsável, se não souber assinar

APÊNDICE B

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENOR DE IDADE ADOLESCENTE

Gostaríamos de convidar você _____, a participar como voluntário e sem remuneração da Pesquisa intitulada “COMPREENSÃO DO MOVIMENTO OBLÍQUO: DESENVOLVENDO SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO SOFTWARE GEOGEBRA”, sob a responsabilidade do pesquisador *Edem Cordeiro de Aguiar*. Seus pais permitiram sua participação no estudo.

Sua participação na pesquisa não é obrigatória, é um direito seu, e não terá nenhum problema caso você não queira participar ou desistir. A pesquisa será realizada no contraturno, utilizando os computadores e o *software* GeoGebra, no laboratório de informática da Escola Pública Estadual Centro Educacional de Tempo Integral Tarcila Prado de Negreiros Mendes (CETI), em Humaitá, Amazonas. Os questionários serão nossos instrumentos de coleta de dados, que você responderá no início e no fim da pesquisa. Para tornar a pesquisa mais robusta e auxiliar nas análises dos questionários, também utilizaremos as produções feitas por você no computador, por meio do GeoGebra, além de registros em fotografias, vídeos e áudios.

Nas atividades sugeridas a cima, é possível ocorrer riscos: desconfortos, constrangimentos ou timidez durante as observações. Caso aconteça algo de errado, você pode nos procurar para conversar. Durante a observação serão obedecidos seus tempos e espaços, com o objetivo de deixá-la à vontade, permitindo a pesquisadora uma análise mais natural dos pesquisados. A participação do pesquisador nas atividades em que você possa estar desenvolvendo no momento da observação, só será possível mediante seu convite e aceitação.

Com a permissão de seus pais ou responsáveis e o seu consentimento na participação da pesquisa, suas imagens serão registradas de forma sutil sem que interfira nas atividades em que esteja envolvido(a) e sua possível publicação de fotos fará uso de filtros, o rosto não será mostrado faremos uso de nomes fictícios. Os resultados da pesquisa vão ser publicados na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/MEC, portal de periódico da Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Este documento será digitalizado e uma cópia será entregue a você, após concordar e assinar seu nome.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos deste estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e que poderei modificar a decisão de participar se assim desejar. Deste modo, declaro que concordo em participar desta pesquisa.

Humaitá/AM, ____ de _____ de ____

Assinatura do(a) adolescente

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura da orientadora

ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: COMPREENSÃO DO MOVIMENTO OBLÍQUO: DESENVOLVENDO SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO SOFTWARE GEOGEBRA

Pesquisador: EDEM CORDEIRO DE AGUIAR

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82604324.6.0000.5020

Instituição Proponente: Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente-IEAA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.091.971

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 22 de Setembro de 2024

Assinado por:

**Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))**