



**GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DO ESTADO DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA –
PPGECM**



ANA PAULA QUADROS DE OLIVEIRA

**ESTUDO DAS PRODUÇÕES SOBRE FÍSICA MECÂNICA NO CURSO DE
GEOGEBRA**

BARRA DO BUGRES – MT

2024

ANA PAULA QUADROS DE OLIVEIRA

**ESTUDO DAS PRODUÇÕES SOBRE FÍSICA MECÂNICA NO CURSO DE
GEOGEBRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – Nível Mestrado Acadêmico - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, linha de pesquisa Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. William Vieira Gonçalves

BARRA DO BUGRES – MT

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Processamento Técnico da Divisão de Biblioteca da UNEMAT
Catalogação de Publicação na Fonte. UNEMAT - Unidade padrão

Oliveira, Ana Paula Quadros de.

ESTUDO DAS PRODUÇÕES SOBRE FÍSICA MECÂNICA NO CURSO DE GEOGEBRA /
Ana Paula Quadros de Oliveira. - Barra do Bugres, 2024.
149f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes
Maldonado", Ensino de Ciências e Matemática/BBG-PPGECM - Barra do
Bugres - Mestrado Academico, Campus Universitário De Barra Do Bugres
"Deputado Renê Barbour".

Orientador: William Vieira Gonçalves.

1. Análise textual discursiva. 2. STEAM. 3. BNCC. 4. Física. 5.
GeoGebra. I. Gonçalves, William Vieira. II. Título.

UNEMAT / MTSCB

CDU 531


ANA PAULA QUADROS DE OLIVEIRA

ESTUDO DAS PRODUÇÕES APLICADAS NA FÍSICA MECÂNICA NO CURSO DE GEOGEBRA.


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. “Renê Barbour” – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 06 de junho de 2024.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 WILLIAM VIEIRA GONCALVES
Data: 06/06/2024 17:21:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. William Vieira Gonçalves (PPGECM/UNEMAT)
Orientador

Documento assinado digitalmente
 DECIO SCHAFFER
Data: 06/06/2024 20:37:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Decio Schäffer (PPGECM/UNEMAT)
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
 GUILHERME FRANCISCO FERREIRA
Data: 06/06/2024 17:16:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Guilherme Francisco Ferreira (UNESP)
Examinador Externo à Instituição

AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração a todos que contribuíram para a realização desta dissertação de mestrado. Neste momento de gratidão, gostaria de expressar meu especial reconhecimento à minha família, cujo apoio incondicional foi fundamental em minha jornada acadêmica.

À minha mãe, sou imensamente grata por seu amor e incentivo constantes. Seu apoio e encorajamento foram a força motriz que impulsionou minha dedicação aos estudos. Obrigada, mãe, por acreditar em mim e por ser minha maior fonte de inspiração.

Ao meu esposo, expresso minha gratidão pelo seu apoio e compreensão ao longo dessa jornada desafiadora. Sua presença ao meu lado, seu encorajamento e seu amor foram pilares essenciais para minha perseverança e motivação. Agradeço por compartilhar os altos e baixos, as conquistas e as frustrações, e por ser meu parceiro incansável nessa caminhada.

Gostaria também de agradecer ao meu orientador, William Vieira Gonçalves, cuja orientação e expertise foram fundamentais para o sucesso deste trabalho. Sua dedicação em compartilhar conhecimentos, sua disponibilidade para discussões e seu comprometimento com o meu crescimento acadêmico foram de valor inestimável. Agradeço sinceramente pela paciência e pelo incentivo que me concedeu ao longo deste processo. Seus conselhos e orientações foram essenciais para aprimorar minha pesquisa e desenvolver minhas habilidades como pesquisadora.

Aos demais membros da minha família, amigos e colegas, que também estiveram presentes, meu sincero agradecimento por todo apoio, compreensão e encorajamento que impulsionaram a alcançar meus objetivos.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão à instituição acadêmica que me proporcionou esta oportunidade de crescimento e aprendizado. Agradeço a todos os professores, funcionários e colaboradores que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal ao longo desses anos.

A todos que, de alguma forma, estiveram envolvidos nesta jornada, meu mais profundo agradecimento.

Que este momento de gratidão se estenda além destas palavras e permaneça em nossos corações como um lembrete constante da importância de valorizar aqueles que nos apoiam e nos ajudam a alcançar nossos sonhos.

RESUMO

Este estudo emprega uma abordagem qualitativa por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) para investigar as produções dos participantes de um Curso de GeoGebra, com foco na mecânica da Física, e sua contribuição para o desenvolvimento das habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, sob a perspectiva da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). O GeoGebra, um *software* de Matemática dinâmica, é empregado como recurso educacional, permitindo-nos interagir com modelos e explorar diferentes valores para compreender conceitos físicos de maneira intuitiva. Nosso *corpus* da pesquisa consiste em 803 produções dos participantes da 17ª e 18ª edição do curso, as quais são analisadas utilizando-se a ATD, com o auxílio do MaxQda, um *software* de análise qualitativa de dados que nos auxilia na organização, codificação e análise de grandes volumes de dados textuais. Nossas análises revelam uma ênfase em conceitos específicos de Cinemática e Dinâmica, como vetores, movimento uniformemente variado e movimento dos astros. Em relação ao uso do GeoGebra, destacam-se habilidades como ampliação do conhecimento, estímulo à criatividade e desenvolvimento do pensamento computacional. No entanto, identificamos algumas dificuldades, incluindo a assimilação do conteúdo, o impacto da desigualdade social e o domínio das ferramentas do software. Aspectos como limitações, objetivos e vantagens variam desde a aplicação prática após a teoria até a facilidade de uso e o favorecimento da interdisciplinaridade. Quanto às habilidades da BNCC, identificamos competências específicas relacionadas à mecânica, com destaque para previsões sobre comportamentos cotidianos. No contexto STEAM com GeoGebra no ensino de Física, observamos diferentes aspectos da integração, incluindo a importância da clareza na comunicação, o uso efetivo de recursos tecnológicos e a interligação de conceitos entre as disciplinas envolvidas.

Palavras-chave: Análise textual discursiva; STEAM; BNCC; Física; GeoGebra.

ABSTRACT

This study employs a qualitative approach through Discursive Textual Analysis (DTA) to investigate the productions of participants in a GeoGebra Course, focusing on Physics mechanics, and their contribution to the development of skills proposed by the National Common Curricular Base (BNCC) for High School, from the perspective of the STEAM approach (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). GeoGebra, a dynamic Mathematics software, is used as an educational resource, allowing us to interact with models and explore different values to understand physical concepts intuitively. Our research corpus consists of 803 productions from participants in the 17th and 18th editions of the course, which are analyzed using DTA, with the assistance of MaxQda, qualitative data analysis software that aids in organizing, coding, and analyzing large volumes of textual data. Our analyses reveal an emphasis on specific concepts of Kinematics and Dynamics, such as vectors, uniformly accelerated motion, and celestial motion. Regarding the use of GeoGebra, skills such as knowledge expansion, creativity stimulation, and computational thinking development stand out. However, we identify some difficulties, including content assimilation, the impact of social inequality, and mastery of software tools. Aspects such as limitations, objectives, and advantages vary from practical application after theory to ease of use and favoring interdisciplinarity. Regarding BNCC skills, we identify specific competencies related to mechanics, with an emphasis on predictions about daily behaviors. In the STEAM context with GeoGebra in Physics education, we observe different aspects of integration, including the importance of clarity in communication, effective use of technological resources, and the interconnection of concepts among the involved disciplines.

Keywords: Discursive textual analysis; STEAM; BNCC; Physics; GeoGebra.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - a) Teste de Relevância I; b) Teste de Relevância II.	35
Figura 2 - Resumo da estratégia de seleção.....	36
Figura 3 - Página principal do curso do GeoGebra.	41
Figura 4 - Exemplo de videoaula no curso de GeoGebra.....	42
Figura 5 - Recortes das tarefas 1, 2 e 4 na 17ª edição do curso de GeoGebra	42
Figura 6 - Recorte de interações ocorridas na realização de uma tarefa do módulo 4 da 17ª edição do curso de GeoGebra	44
Figura 7 – Acesso ao ambiente virtual de aprendizagem das 17ª e 18ª edições do curso de GeoGebra.....	46
Figura 8 - Acesso ao ambiente virtual de aprendizagem do curso de GeoGebra.....	47
Figura 9 - Ambiente virtual de aprendizagem da 17ª edição do curso de GeoGebra.....	47
Figura 10 - Interface de busca nos fóruns.....	49
Figura 11 - Coleta das produções no curso de GeoGebra.	50
Figura 12 - Importação dos documentos no MaxQda.	51
Figura 13 - Grupos de documentos referentes às edições pesquisadas.	51
Figura 14 - Grupo de documentos organizados por área e conteúdo da Física.....	53
Figura 15 - Sistema de códigos referente à categoria de análise “Conteúdo abordado”.....	55
Figura 16 - Sistema de códigos referente à categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções”.....	58
Figura 17 - Sistema de códigos referente às categorias de análise “Habilidades da BNCC em Foco” e “Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física”.....	59
Figura 18 - Categoria “Conteúdo abordado”.....	63
Figura 19 - Frequência das unidades de sentido referentes à categoria “Conteúdo abordado”.	64
Figura 20 - Unidades de sentido da subcategoria "Cinemática".	65
Figura 21 - Excerto da produção do cursista C539_M4_T4_17ED que faz referência ao uso do lançamento oblíquo.	66
Figura 22 - Excerto da produção do cursista C812_M8_T8_18ED que faz referência ao uso do lançamento vertical.....	67
Figura 23 - Excerto da produção do cursista C525_M2_T2_17ED que faz referência ao uso do movimento circular.....	68

Figura 24 - Excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED que faz referência ao uso do movimento uniforme.	69
Figura 25 - Excerto da produção do cursista C553_M4_T4_17ED que denota a abordagem do movimento uniformemente variado.....	70
Figura 26 - Excerto da produção do cursista C534_M7_T7_17ED que denota a abordagem sobre velocidade.	71
Figura 27 - Excerto da produção do cursista C558_M1_T1_17ED que denota a abordagem de vetores.....	71
Figura 28 - Unidades de sentido da subcategoria "Dinâmica".	72
Figura 29 - Excerto da produção do cursista C555_M4_T4_17ED que denota a abordagem da conservação de energia.....	73
Figura 30 - Unidades de sentido da subcategoria "Estática".	73
Figura 31 - Excerto da produção do cursista C527_M1_T1_17ED que denota referência à utilização de Plano Inclinado.....	74
Figura 32 - Excerto da produção do cursista C801_M8_T8_18ED que aborda o conceito de centro de massa.....	74
Figura 33 - Unidades de Sentido da Subcategoria "Gravitação Universal".	75
Figura 34 - Excerto da produção do cursista C540_M3_T3_17ED que aborda o conceito de gravidade.	76
Figura 35 - Trecho da produção do participante C496_M3_T3_17ED, que aborda o uso das Leis de Kepler no ensino de Física.....	77
Figura 36 - Categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções”.	78
Figura 37: Frequência das unidades de sentido relacionadas à categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções”.	79
Figura 38 - Subcategoria “Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra”.	81
Figura 39 - Subcategoria “Dificuldade para o uso do GeoGebra”.	83
Figura 40 - Subcategoria “Limitações”.	88
Figura 41 - Subcategoria “Objetivos e Aplicações”.	91
Figura 42 - Subcategoria “Uso de outros recursos”.	96
Figura 43 - Subcategoria “Uso prático do GeoGebra”.	98
Figura 44: Subcategoria “Vantagens do uso do GeoGebra”.	100
Figura 45 - Excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED.	102
Figura 46 - Produção C506_M4_T4_17ED.	103
Figura 47 - Excerto da produção do cursista C511_M7_T7_17ED.	104

Figura 48 - Produção EAS_M7_T4_17ED.	104
Figura 49 - Categoria “Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física”.	105
Figura 50 - Recortes da Produção C506_M4_T4_17ED.	107
Figura 51 - Recortes da Produção C511_M7_T7_17ED.	108
Figura 52 - Manipulação do controle deslizante na Produção C506_M4_T4_17ED, com deslocamento das esferas na janela de visualização e a visualização das suas coordenadas na janela de Álgebra.	109
Figura 53 - Produção C511_M7_T7_17ED - Manipulação do ponto e de coordenadas nas janelas de visualização e Álgebra, com comandos na janela CAS.	110
Figura 54 - Problema utilizado na Produção C506_M4_T4_17ED.	111
Figura 55 - Problema utilizado na Produção C511_M7_T7_17ED.	112
Figura 56 - Ajuste na Produção C506_M4_T4_17ED - Manipulação do ponto e de coordenadas nas janelas de visualização e Álgebra, com comandos na janela CAS.	113
Figura 57 - Identificação da unidade de sentido - Informações acessíveis na produção C506_M4_T4_17ED.	114
Figura 58 - Identificação da unidade de sentido - Informações acessíveis na produção C511_M7_T7_17ED.	115
Figura 59 - Instante em que a esfera A alcança B na Produção C506_M4_T4_17ED.	116
Figura 60 - Identificação da unidade de sentido - Informações acessíveis na produção C511_M7_T7_17ED.	116
Figura 61 - Identificação da unidade de sentido “Integração de recursos” na produção C511_M7_T7_17ED.	119
Figura 62 - Identificação da unidade de sentido “Representação da modelagem” na produção C506_M4_T4_17ED.	121
Figura 63 - Identificação da unidade de sentido “Representação da modelagem” na produção C511_M7_T7_17ED.	122
Figura 64 - Identificação da unidade de sentido “Apresentação visual acessível” nas produções C506_M4_T4_17ED e C511_M7_T7_17ED.	124
Figura 65 - Categoria “Habilidades da BNCC em Foco”.	125
Figura 66 - Excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED articulada com as habilidades da BNCC.	127
Figura 67 - Excerto da produção do cursista C511_M7_T7_17ED articulada com as habilidades da BNCC.	130
Figura 68 - Tela inicial do MaxQda Reader.	146

Figura 69 - Área de trabalho do MaxQda Reader.	147
Figura 70 – Códigos.	148
Figura 71 - Procedimento para visualizar uma produção associada a um código específico.	148

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conteúdos trabalhados nos oito módulos da 17ª edição do Curso de GeoGebra...	48
Quadro 2 - Procedimentos utilizados no processo de categorização por conteúdo.....	54
Quadro 3 - Procedimentos utilizados no processo de categorização "Análise do uso do GeoGebra nas produções".	56
Quadro 4 - Estrutura de análise dos dados.	61
Quadro 5 - Excerto da produção de cursistas que faz referência ao "desenvolvimento de habilidades no GeoGebra".....	82
Quadro 6 - Excerto da produção de cursistas que faz referência às "dificuldades para o uso do GeoGebra".....	84
Quadro 7 - Excerto da produção de cursistas que faz referência às limitações no uso do GeoGebra.....	88
Quadro 8 - Excerto da produção de cursistas que faz referência aos objetivos e aplicações do GeoGebra.....	93
Quadro 9 - Excerto da produção de cursistas que faz referência ao uso de outros recursos em conjunto com o GeoGebra.....	97
Quadro 10 - Excerto da produção de cursistas que faz referência ao uso de outros recursos em conjunto com o GeoGebra.....	98
Quadro 11 - Excerto da produção de cursistas que faz referência às vantagens do uso do GeoGebra.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das produções destinadas à leitura e análise.....	23
Tabela 2- Resultado do Teste de Relevância II.	36
Tabela 3 - Quantidade de produções coletadas nas edições 17 e 18 do curso de GeoGebra. ..	52
Tabela 4: Frequência das unidades de sentido por produção dos cursistas.	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	FUNDAMENTOS E PRESSUPOSTOS	19
	2.1 MOVIMENTO STEAM.....	19
	2.2 DEFINIÇÕES E EVOLUÇÃO HISTÓRICA	20
	2.3 O STEAM E O ENSINO DE FÍSICA	22
	2.4 UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO ...	29
	2.5 O ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO O <i>SOFTWARE</i> GEOGEBRA.....	34
	2.6 O GEOGEBRA.....	38
	2.7 O CURSO DE GEOGEBRA	40
3	O CAMINHO METODOLÓGICO	45
	3.1 O <i>CORPUS</i> DA PESQUISA	46
	3.2 OS PROCEDIMENTOS DE CONSTITUIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	47
	3.3 CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS.....	54
4	ANÁLISES E RESULTADOS.....	60
	4.1 CATEGORIA 1: CONTEÚDO ABORDADO.....	62
	4.1.1 Subcategoria “Cinemática”	65
	4.1.2 Subcategoria “Dinâmica”	72
	4.1.3 Subcategoria “Estática”	73
	4.1.4 Subcategoria “Gravitação Universal”	75
	4.2 CATEGORIA 2: ANÁLISE DO USO DO GEOGEBRA NAS PRODUÇÕES ..	78
	4.2.1 Subcategoria “Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra”	81
	4.2.2 Subcategoria “Dificuldades para o uso do GeoGebra”	83
	4.2.3 Subcategoria “Limitações”	86
	4.2.4 Subcategoria “Objetivos e Aplicações”	90
	4.2.5 Subcategoria “Uso de outros recursos”	95
	4.2.6 Subcategoria “Uso Prático do GeoGebra”	98
	4.2.7 Subcategoria “Vantagens do uso do GeoGebra”	99
	4.4 CATEGORIA 3: EXPLORAÇÃO STEAM COM GEOGEBRA NO ENSINO DE FÍSICA.....	101

	14
4.4.1 Integração Interdisciplinar	105
4.4.2 Resolução Criativa de Problemas	110
4.4.3 Visualização Avançada de Dados.....	113
4.4.4 Inovação Tecnológica.....	117
4.4.5 Simulações e Modelagem.....	119
4.4.6 Comunicação Científica.....	123
4.3 CATEGORIA 4: HABILIDADES DA BNCC EM FOCO	125
4.3.1 Análise das produções articuladas com as habilidades da BNCC.....	126
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
6 REFERÊNCIAS	141
APÊNDICE	145

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física frequentemente é abordado de forma conceitual, exigindo que os alunos reflitam sobre os conceitos e, a partir deles, realizem representações matemáticas, reduzindo a momentos de manipulações de equações matemáticas. No entanto, muitas vezes os alunos têm dificuldade em relacionar as observações e experiências do cotidiano com as aulas de Física, devido ao nível de abstração. Isso se torna um obstáculo para a aprendizagem (GUEDES, 2019).

Nesse contexto, é extremamente relevante buscar estratégias que desenvolvam a capacidade crítica, avaliativa e de tomada de decisões dos alunos. A adoção de metodologias com abordagem interdisciplinar fortalece a relação de situações reais, curiosidade e aprendizagem por investigação. Essa abordagem proporciona uma ressignificação dos saberes e torna a aprendizagem mais significativa para os alunos, exigindo maior envolvimento.

Uma alternativa para promover um ensino atrativo e significativo é a utilização de *softwares* gratuitos em sala de aula. Além de serem acessíveis e não terem custo, esses *softwares* permitem que os alunos interajam com os modelos e experimentem diferentes valores, parâmetros e condições, possibilitando uma compreensão mais intuitiva dos conceitos.

O GeoGebra, um *software* gratuito de Matemática dinâmica criado por Markus Hohenwarter em 2001, oferece uma integração única de recursos, como geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos. Ele se diferencia ao permitir o acesso às funções por botões e ao campo de entrada de comandos, além de possibilitar a modificação de propriedades por meio da janela de álgebra, devido às suas características de sistema de computação algébrica (CAS) (ARAÚJO; NÓBRIGA, 2010; BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2020).

Devido à sua versatilidade e recursos, aos interesses didático-pedagógicos e acadêmicos de professores e/ou pesquisadores, o GeoGebra tem sido amplamente utilizado em todo o mundo no ensino e aprendizagem de Matemática (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2020)

O GeoGebra em sua plataforma *online* oferece mais de um milhão de recursos gratuitos compartilháveis pela plataforma de colaboração GeoGebra Materiais. O GeoGebra é uma comunidade de milhões de usuários em quase todos os países, destacando-se como líder em *software* de matemática dinâmica e contribuindo para a educação STEM em todo o mundo. Em 2021, tornou-se parte da família BYJU, mantendo-se como uma unidade independente sob a liderança dos fundadores e desenvolvedores originais, continuando a disponibilizar suas ferramentas gratuitamente ao público (GEOGEBRA, 2022).

Como resultado do aumento do uso do *software* GeoGebra no contexto educacional, aumentaram a oferta de cursos *online* de capacitação com o objetivo de oferecer formação inicial e contínua para professores de Matemática. Entre esses cursos, destaca-se o curso *online* de GeoGebra, oferecido por um grupo voluntário de professores de Matemática liderado pelo professor Doutor Sérgio Carrazedo Dantas, da Universidade do Estado do Paraná (UNESPAR), *Campus* de Apucarana.

O curso de GeoGebra, iniciado em 2012 na UNESP de Rio Claro sob a coordenação de Romulo Campos Lins, evoluiu de uma abordagem semipresencial para totalmente online a partir da segunda edição. Com 19 edições até novembro de 2021, atraiu grande interesse e participação, formando mais de 5000 professores. Além de focar na educação matemática, o curso também influenciou pesquisas sobre o uso do GeoGebra na Física, destacando suas contribuições para os processos de ensino e aprendizagem, incluindo a criação de artefatos digitais pelos professores. Embora reconhecido por seu papel no ensino de Matemática, o GeoGebra também oferece recursos aplicáveis ao ensino de conceitos físicos, permitindo a representação de equações, modelos e gráficos para melhor compreensão e visualização de fenômenos físicos. Suas funcionalidades abrangem propriedades geométricas, trigonometria, cálculo, álgebra e estatística que podem ser aplicados em problemas e experimentos relacionados à Física.

Com as ferramentas disponíveis no GeoGebra, os estudantes podem obter uma compreensão mais intuitiva dos conceitos físicos. A capacidade de visualizar e manipular elementos gráficos auxilia os alunos a desenvolverem uma compreensão mais profunda dos princípios e relações físicas.

A escolha do referido curso foi motivada pela sua relevância nacional e por ser considerado o maior curso do Brasil voltado para a democratização do *software* GeoGebra (GONÇALVES, 2016). Além disso, esta pesquisa está inserida em um projeto de pesquisa mais amplo - Projeto "Tecnologias digitais para formação inicial e continuada de professores de matemática: composição, implementação e estudo de uma tecnológica com base no GeoGebra, ambiente Moodle e o conceito de interação colaborativa" - desenvolvido na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), *Campus* de Barra do Bugres - MT e financiado pela FAPEMAT (Edital nº. 042/2016), que tem como objetivo "investigar processos de interação e colaboração em uma comunidade online" (GONÇALVES et al., 2016, p.02).

Com base nos argumentos acima, estabelecemos uma relação entre o GeoGebra e a abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), pois o STEAM permite o diálogo entre as disciplinas científicas, valoriza a investigação científica e

proporciona oportunidades para resolver problemas, inovar, criar, pensar logicamente, além de possibilitar o desenvolvimento da confiança e da alfabetização tecnológica (GUEDES, 2019).

Diante das considerações expostas, este estudo tem como objetivo compreender as produções dos participantes nas últimas duas edições do Curso de GeoGebra na área de mecânica da Física, investigando sua possível relação com as habilidades correspondentes da BNCC do Ensino Médio, sob a ótica da abordagem STEAM. Em específico, buscamos responder à seguinte pergunta orientadora: de que forma as produções dos cursistas, nessa área específica, podem contribuir para o desenvolvimento das habilidades previstas na BNCC do Ensino Médio, no contexto da abordagem STEAM?

A escolha do tema de pesquisa foi influenciada por dois aspectos principais: a minha segunda graduação em Engenharia Mecânica e a prática docente em cursos técnicos de Eletromecânica e Automação Industrial. Esta escolha proporciona um ambiente propício para contribuir com a prática dos professores no ensino técnico integrado ao ensino médio, além de estabelecer diferentes linhas de diálogo sobre a formação desses indivíduos.

Acreditamos que este estudo possa fornecer um conjunto de produções sobre mecânica, utilizando o *software* GeoGebra, que estejam relacionadas às habilidades correspondentes da BNCC do Ensino Médio. Tais produções podem ser de grande valia para os professores de Física e para a comunidade acadêmica em geral, oferecendo recursos para enriquecer a prática pedagógica em sala de aula. Além disso, as informações coletadas podem contribuir para o aprimoramento das futuras edições do curso, permitindo sua utilização em atividades multidisciplinares com o uso do *software* GeoGebra.

Para atingir os objetivos propostos e responder à pergunta norteadora, foi adotada uma abordagem qualitativa na metodologia, fundamentada nos pressupostos teóricos de Marconi e Lakatos (2017) e na análise textual discursiva (ATD), conforme descrita pela perspectiva de Moraes e Galiazzi (2016). O *corpus* da pesquisa é composto por 803 produções dos participantes sobre Mecânica, coletadas na base de dados das 17ª e 18ª edições do curso *online* de GeoGebra. Para a categorização e análise dos dados, utilizamos a ferramenta de coleta de dados do *software* de análise qualitativa MaxQda, permitindo uma análise direta no próprio software.

A dissertação está organizada em diferentes seções: Introdução, Fundamentos e Pressupostos, Caminho Metodológico, Análises e Resultados, Considerações Finais, Referências e Apêndices.

A seção de Introdução apresenta o contexto, o objetivo, a pergunta norteadora, as motivações e a estrutura geral da pesquisa.

No segmento de Fundamentos e Pressupostos, é oferecido um panorama sobre a evolução histórica do STEAM e seu uso no ensino de Física. Também são abordados o *software* GeoGebra, sua aplicação no ensino de Física, algumas pesquisas relacionadas e aspectos relevantes do curso *online*.

O Caminho Metodológico detalha a abordagem qualitativa adotada, o ambiente e os participantes da pesquisa, bem como os procedimentos e a metodologia utilizada na análise dos dados (ATD), incluindo aspectos pertinentes ao *software* de análise qualitativa MaxQda. Adicionalmente, são descritos os processos de constituição, organização e categorização dos dados.

A seção de Análises e Resultados apresenta a análise e os resultados das categorias obtidas na codificação dos dados.

Nas Considerações Finais, são discutidas as interpretações dos principais resultados encontrados na pesquisa.

A seção de Referências contém as obras dos autores referenciados no desenvolvimento do estudo.

Nos Apêndices, é disponibilizado o *link* para acessar o projeto utilizado no MaxQda, contendo todas as produções relacionadas às categorias de análise.

2 FUNDAMENTOS E PRESSUPOSTOS

Neste capítulo, serão apresentados os fundamentos e pressupostos do movimento STEAM, a evolução histórica do conceito, a sua relação com o ensino de Física e a utilização do *software* GeoGebra nesse contexto. Serão abordadas as definições do movimento STEAM, sua aplicação no ensino de Física e as características do GeoGebra. Também será discutido o curso de GeoGebra e sua relevância para os educadores interessados em integrá-lo em suas práticas de ensino de Física.

2.1 MOVIMENTO STEAM

A educação tem passado por constantes transformações ao longo dos anos, impulsionada por mudanças sociais e históricas. O sistema educacional busca a inserção de novas tecnologias juntamente com diferentes metodologias e estratégias, a fim de proporcionar aulas mais dinâmicas, interessantes e envolventes. Nesse sentido, é essencial colocar o estudante como protagonista do processo de ensino-aprendizagem, despertando seu maior interesse e motivação, inclusive nas aulas teóricas.

De acordo com Bacich e Holanda (2020), um planejamento detalhado das atividades e um planejamento institucional estratégico são fundamentais para o sucesso do protagonismo dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. É importante ressaltar que não existe uma única metodologia ou estratégia capaz de transformar a educação. Esse processo é gradual e requer um planejamento minucioso, tanto no desenvolvimento das atividades que proporcionam experiências de aprendizagem quanto na implementação de um planejamento institucional estratégico que envolva o redesenho de espaços, infraestrutura e formação docente. É crucial considerar que o protagonismo dos estudantes não é influenciado apenas por fatores isolados, como formação docente, tecnologias ou metodologias. Neste contexto, não há a intenção de fornecer uma fórmula mágica para solucionar esses desafios (BACICH; HOLANDA, 2020, p 01).

O STEAM tem se destacado entre educadores e pesquisadores como uma abordagem para melhorar o processo de ensino-aprendizagem, contribuir para a formação integral dos estudantes e desenvolver uma cidadania ativa. Bacich e Holanda (2020) ressaltam que, dentro desse contexto, a formação integral envolve o desenvolvimento de um cidadão criativo, capaz de usar o conhecimento para elaborar argumentos, resolver problemas de forma crítica e atuar

de maneira abrangente, promovendo mudanças na realidade por meio da responsabilidade social, autocuidado, empatia e colaboração com os colegas (BACICH; HOLANDA, 2020).

Bacich e Holanda (2020) caracteriza formação integral como sendo:

(...) uma formação que desenvolva um cidadão criativo, capaz de usar o conhecimento para elaborar argumentos, resolver problemas de forma crítica e com base em argumentos sólidos e atuar de forma ampla, modificando sua realidade por meio da responsabilidade social, do autocuidado, da empatia, da colaboração com seus pares. (BACICH; HOLANDA, 2020, p.02)

O STEAM procura explorar novas abordagens no desenvolvimento de habilidades, fomentando a criatividade e inovações técnicas fundamentadas no conhecimento científico. Seu objetivo é enriquecer a formação de opiniões, capacitando os estudantes a adotarem uma postura crítica em suas decisões profissionais. Além disso, busca gerar impacto na sociedade, influenciando-a por meio do conhecimento adquirido, uma vez que o progresso da ciência e tecnologia está intrinsecamente ligado às escolhas feitas pelos seres humanos.

No Brasil, em 2017, foi aprovada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que está estruturada em dez competências gerais aplicáveis a todas as áreas, assim como competências específicas e habilidades destinadas a cada uma dessas áreas, a serem desenvolvidas ao longo de todo o ensino médio. Resumidamente, essas competências gerais estão voltadas para o desenvolvimento do conhecimento, do pensamento científico, crítico e criativo, do repertório cultural, da comunicação, da cultura digital, do mundo do trabalho e do projeto de vida, da argumentação, do autoconhecimento e autocuidado, da empatia e cooperação, e da cidadania. Embora o documento não mencione explicitamente os termos STEM ou STEAM, é possível observar que a aplicação dessa abordagem nas propostas pedagógicas e currículos está alinhada com a BNCC, buscando promover o desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos, oferecendo-lhes um propósito claro e incentivando seu envolvimento na construção do conhecimento.

2.2 DEFINIÇÕES E EVOLUÇÃO HISTÓRICA

O termo STEM, na verdade, surgiu como SMET durante os anos 1990 nos Estados Unidos, durante a Guerra Fria. A ideia por trás do termo era reunir as iniciais das áreas de Ciências (*Science*), Tecnologias (*Technology*), Engenharia (*Engineering*) e Matemática (*Mathematics*). O movimento STEM representava muito mais do que um simples pensamento otimista em relação à ciência e tecnologia. Ele emergiu como uma resposta à necessidade de

fortalecer a educação nessas áreas, a fim de enfrentar os desafios tecnológicos e de inovação que surgiram durante esse período histórico.

O STEM se destacou por sua abordagem transdisciplinar, conectando diferentes áreas do conhecimento representadas pelo acrônimo. Em diferentes partes do mundo, o *slogan* assumiu formatos, características e significados variados, adaptando-se aos contextos sociais, culturais e educacionais específicos de cada local.

A definição exata do STEM é ampla e pode variar dependendo do ponto de vista do agente envolvido, como professores, representantes da indústria, secretarias de educação, entre outros. Alguns o caracterizam como uma metodologia, um currículo, uma abordagem pedagógica ou uma técnica. No entanto, há discordâncias sobre essas definições, considerando-as simplistas, conforme argumentado por Bacich e Holanda (2021).

A abordagem do STEM como metodologia visa incentivar os alunos a participarem ativamente das aulas, tornando-se protagonistas, autônomos e desafiados. Ela se aproxima da aprendizagem baseada em projetos e problemas, incorporando desafios, resolução de problemas, simulações e construção de produtos. Nesse contexto, o movimento *maker* ou cultura *maker* desempenha um papel importante, priorizando a conexão com o currículo, não apenas o aspecto construtivo.

Quanto ao currículo, os programas STEM têm como objetivo aproximar as vivências e experiências dos alunos, introduzindo a cultura tecnológica digital. Essas iniciativas buscam incorporar temas e conceitos que fazem parte da realidade dos estudantes ao contexto educacional, abrangendo áreas como ciência da computação, tecnologia, engenharia e *design*, que anteriormente não estavam contempladas no currículo tradicional. O currículo STEM procura acompanhar as inovações e descobertas tecnológicas, relacionando-as diretamente com as demandas do mercado de trabalho, e abordando aspectos de empreendedorismo e inovação.

Nesse cenário, a presença da robótica, do ensino de programação e das tecnologias digitais é mais notável nas salas de aula. Contudo, é crucial adotar uma abordagem cuidadosa em relação ao uso dessas tecnologias no ambiente escolar. De acordo com Bacich e Holanda (2021), é fundamental reconhecer que a introdução da robótica não necessariamente representa uma inovação curricular sólida, integrada e conectada ao mundo empírico dos estudantes. É essencial compreender a natureza da ciência, desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio, e compreender o papel da ciência na sociedade.

Entretanto, é preciso ficar muito atento às formas como a robótica é vista como símbolo de inovação e transformação curricular, afinal, não há qualquer garantia de que a inovação pela robótica seja de fato uma inovação curricular, do ponto de vista da concepção de um currículo de ciências sólido, integrador e conectado com o mundo empírico dos estudantes, além de ter como preceito a necessidade de se compreender

a natureza da ciência, desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio, e entender o papel da ciência na sociedade. (BACICH HOLANDA, 2020, p.16)

Em geral, o currículo STEM interdisciplinar não segrega as disciplinas como ocorre no currículo escolar disciplinar. Nesse modelo, o STEM é integrado como um bloco único no currículo escolar. No entanto, na prática, a interdisciplinaridade e o trabalho em equipe dos professores representam um grande desafio para o movimento. Embora os professores afirmem trabalhar com STEM, muitas vezes eles continuam abordando o tema de forma isolada em suas disciplinas, sem estabelecer conexões entre elas.

O acréscimo da letra "A" no acrônimo *STEM*, formando *STEAM*, surgiu como uma forma de valorizar outras áreas do conhecimento. A inclusão da Arte tem como objetivo abranger as ciências humanas, as ciências sociais, as habilidades socioemocionais, o *design*, entre outros. No entanto, há divergências dentro do movimento STEM em relação ao papel da arte no contexto STEAM. Alguns veem a arte como mero adorno para o que a tecnologia e a ciência produzem no STEM, limitando todo o potencial da arte nas propostas STEAM.

Ao decidir qual termo utilizar, é importante reconhecer as limitações do modelo STEM e não simplesmente "enfeitá-lo" com o "A" de arte, caso a proposta não seja capaz de abordar efetivamente a arte como campo do conhecimento.

Portanto, se a questão é decidir qual termo usar, note bem: se uma proposta não consegue efetivamente dar aos alunos a dimensão do que significa arte como campo do conhecimento, nada melhor do que reconhecer a limitação do modelo STEM e não o enfeitar, literalmente, com o "A" de arte. STEM não é a solução para todos os problemas interdisciplinares, tampouco STEAM será essa solução. Reconhecer os pontos que precisam ser mais bem trabalhados é o primeiro passo. (BACICH e HOLANDA, 2020, p.20)

O projeto STEAM parte do princípio de que o ensino não deve se concentrar apenas em conteúdos isolados, mas sim estabelecer relações entre diferentes áreas, desenvolvendo nos alunos conhecimentos, habilidades de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e ações que possam ser aplicadas em seu cotidiano. Além disso, busca contribuir para a tomada de decisões e a compreensão de suas implicações sociais, políticas e ambientais em processos coletivos relacionados à ciência e tecnologia.

2.3 O STEAM E O ENSINO DE FÍSICA

O ensino e a aprendizagem têm passado por mudanças significativas ao longo dos anos, afastando-se do método tradicional caracterizado pela passividade do aluno e pela mera reprodução de conteúdo através da memorização. Os métodos agora buscam tornar os alunos

mais ativos, envolvendo atividades práticas e aprendizagem baseada em projetos, com ênfase na problematização e na resolução de problemas. As dimensões social e cultural passam a contribuir para o processo de aprendizagem, levando o professor a deixar de ser um mero transmissor de conhecimento e a se tornar um orientador.

Neste contexto, observa-se que o ensino passa a ser fundamentado na investigação, abrindo espaço para o diálogo, argumentação, experimentação, interação e resolução de problemas. Essas abordagens favorecem a construção de um conhecimento crítico, diferenciando-se do modelo tradicional anteriormente proposto.

Diante desse cenário, surge a necessidade de reflexão sobre os elementos que se relacionam com as características da abordagem STEAM no ensino de Física. Destacamos, assim, a importância das produções acadêmicas voltadas para essa perspectiva, posicionando-as como estratégias fundamentais no cenário educacional atual. Compreender esse referencial revela-se útil para adquirir uma visão mais profunda e significativa sobre como os pesquisadores pensam e abordam as questões relacionadas ao ensino de Física.

Para abordar essa questão, foi realizada uma pesquisa na plataforma *Google Scholar* (Acadêmico) utilizando os descritores "STEAM" e "ensino de Física". Foram aplicados filtros temporais para trabalhos publicados entre 2021 e 2022, com a restrição de busca para páginas em português, visando analisar experiências nacionais.

A busca resultou em 98 trabalhos, dos quais foram adotados critérios de inclusão e exclusão com base na leitura dos títulos e resumos. Foram incluídos trabalhos desenvolvidos na Educação Básica com foco na área de Física e no aluno. Foram excluídas duplicidades, capítulos de livros, revisões de literatura e publicações sem acesso livre em bibliotecas digitais. Com isso, restaram nove produções que foram acessadas para leitura e análise, incluindo cinco dissertações de mestrado, uma dissertação de graduação e três artigos (conforme apresentado na Tabela 1).

Tabela 1 - Resultado das produções destinadas à leitura e análise.

Autores	Título	Tipo
(ARAÚJO; GUEDES; PEREIRA, 2021)	A radioastronomia na promoção de atividades práticas na sala de aula.	Artigo
(COSTA, 2021)	Atividades experimentais no ensino de ciências da natureza: obstáculos, desafios e possibilidades no ensino de química	Dissertação – Mestrado
(FERREIRA <i>et al.</i>, 2021)	ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral	Artigo

Autores	Título	Tipo
(MALACRIDA, 2021)	Aplicativos em Smartphones: O despertar científico no estudo de energia.	Dissertação – Mestrado
(MONTEGUTI, 2021)	A metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos na transposição do ensino presencial para o ensino remoto: estudo de caso no ensino técnico	Dissertação – Mestrado
(PASCOALINO, 2021)	Metodologias Ativas como facilitadoras do ensino remoto devido a pandemia de Covid - 19: Estudo de Caso aplicado à disciplina de Física no ensino médio.	Artigo
(PIMENTEL, 2021)	Construção de aparatos eletrônicos no ensino médio: Ressignificação do lixo eletrônico para uso didático.	Dissertação – Graduação
(PINTO, 2021)	Astronomia no ensino de Física: o Radiotelescópio como mediador para o ensino de ondulatória	Dissertação – Mestrado
(SILVA, 2021)	Robótica educacional livre no 9o ano do ensino básico: uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática	Dissertação – Mestrado

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao investigar a concepção de educação, observamos que a maioria das produções faz referência a teorias educacionais, de forma explícita ou implícita, demonstrando uma vinculação entre as práticas de ensino e as condições estruturais da sociedade, assim como aos objetivos e ao papel social da escola.

No contexto do ensino de Física, as produções convergem para a perspectiva de que as atividades práticas têm sido reconhecidas como recurso pedagógico importante. Essas atividades permitem aos estudantes simular, analisar, assimilar e questionar diferentes aspectos relacionados aos conteúdos. Além disso, relatos afirmam que as atividades experimentais têm o potencial de motivar os alunos na área de Ciências e Natureza, bem como promover o desenvolvimento de habilidades essenciais no processo de ensino-aprendizagem. Elas contribuem para despertar o interesse dos estudantes pelo conteúdo de Física, desenvolver habilidades de raciocínio, formar conceitos e permitir a investigação e a aprendizagem significativa.

Costa (2021) destaca algumas dificuldades enfrentadas pelos professores na inserção de atividades experimentais investigativas nas aulas. Esses desafios incluem a falta de infraestrutura física em algumas escolas, a escassez de laboratórios com recursos materiais, a limitação de tempo para o planejamento dessas atividades, a falta de organização curricular e a

dificuldade dos alunos em relacionar a teoria com a prática cotidiana, muitas vezes associando o ensino de Ciências apenas a cálculos matemáticos.

Um dos principais desafios dos professores, conforme identificado nos trabalhos analisados, é aproximar o conhecimento prévio dos estudantes da ciência, em vez de conduzir os conteúdos da disciplina apenas sob sua própria perspectiva, com predominância do ensino expositivo e da figura do professor como detentor do conhecimento. Para despertar o interesse dos alunos, é fundamental abordar os conteúdos de Física de forma não tradicional, evitando a priorização da teoria, da memorização de fórmulas e dos cálculos matemáticos, e contextualizá-los em sua aplicação no cotidiano.

Nesse sentido, as aulas devem ultrapassar o tradicional quadro e giz, explorando recursos tecnológicos como imagens, vídeos, experimentos e o uso de aplicativos em *smartphones* (MALACRIDA, 2021). Portanto, é necessário que as aulas estimulem a criatividade dos alunos e promovam a resolução de problemas por meio da investigação, interdisciplinaridade, contextualização e experimentação.

Nesse contexto, Pimentel (2021) desenvolveu projetos com alunos do terceiro ano do ensino médio, com o objetivo de criar um laboratório didático sustentável que integrasse os aspectos teóricos e práticos relacionados à Física. Esses projetos visavam suprir a falta de um laboratório na escola, reutilizando equipamentos ou componentes eletrônicos que seriam descartados, reduzindo assim o impacto ambiental.

Dessa forma, por meio dessa experiência investigativa, realizaram o desmonte de equipamentos para retirada de componentes, apresentando sugestões para uso, e elaboraram uma sequência didática sobre o tema da sustentabilidade. Isso foi feito de modo a não limitar a criatividade do aluno no ensino de eletromagnetismo.

Adicionalmente, Araújo, Guedes, Pereira (2021) e Pinto (2021) desenvolveram Produtos Educacionais voltados para o ensino de Física em turmas do ensino médio, tendo a Astronomia como pano de fundo. Esses materiais podem ser utilizados para trabalhar conteúdos específicos planejados pelo professor ou promover projetos que despertem o interesse dos alunos, indo além dos requisitos curriculares.

Araújo, Guedes, Pereira (2021), em uma sala de aula comum, abordaram o eletromagnetismo utilizando a temática da radioastronomia com uma turma do 3º Ano do ensino médio. No planejamento das atividades, nos roteiros e nas propostas de avaliação, os autores integraram os seguintes Produtos Educacionais: Experimento de Hertz, Rádio de Galena Adaptado, Simulador de Io-Júpiter, Simulador de Pulsar, Radiotelescópio Banda Ku e Simulador Radiação Cósmica de Fundo em Micro-ondas (RCFM).

Pinto (2021) desenvolveu e construiu um radiotelescópio para captura de frequência específica de 1420 MHz e aplicou-o no processo de ensino-aprendizagem de ondas eletromagnéticas. O objetivo era desenvolver não apenas o ensino da Física, mas também as habilidades socioemocionais dos alunos e aprimorar os conceitos tecnológicos envolvidos.

Costa (2021) realizou um estudo de caso com seis professores da área de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) e 47 alunos do 2º Ano do ensino médio em uma escola pública no município de Areial-PB. A pesquisa foi motivada pela preocupação de encontrar alunos, em pleno século XXI, que não compreendiam a importância das ciências em seu cotidiano e nas transformações que impulsionam o desenvolvimento da sociedade, e que a maioria não desenvolvia as habilidades e competências desejadas. Os professores participaram da pesquisa por meio de entrevistas semiestruturadas sobre o ensino de Ciências e as atividades experimentais, enquanto os alunos responderam questionários e participaram de oficinas com o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas sobre reações de oxidação-redução.

Ferreira et al. (2021) apresentaram no artigo uma discussão sobre o desenvolvimento de um produto educacional sobre tópicos de astronomia, incluindo gravitação universal e sistema solar, relatividade geral, buracos negros e lentes gravitacionais. O produto foi aplicado em uma turma do terceiro ano do ensino médio da rede pública do Distrito Federal. Todas as abordagens, conteúdos e atividades foram mediados por tecnologias educacionais digitais.

Malacrida (2021) apresentou uma sequência didática com o tema central das formas e da conservação de energia. A sequência didática contém 12 aulas de 50 minutos cada, envolvendo atividades experimentais e o uso de aplicativos de *Smartphone*. Inicialmente, procurou-se identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre energia. Em seguida, utilizando diferentes materiais, como textos de apoio ao professor, questões, imagens, vídeos e uma experiência prática com o auxílio de aplicativos de *Smartphone*, explorou-se a lei de conservação de energia de forma geral, incluindo a presença de forças dissipativas, indo além da lei de conservação de energia mecânica, como tradicionalmente apresentada em livros didáticos.

Monteguti (2021) conduziu um estudo de caso em um curso técnico em Comunicação Visual, investigando e relatando sobre a experiência vivenciada na transição do ensino presencial para o remoto e seu impacto no ensino técnico. O foco do estudo foi o uso da metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). A pesquisa ocorreu em duas fases durante o primeiro semestre de 2020. Inicialmente, ocorreu de forma presencial e, após o

início da pandemia de COVID-19, outro projeto foi adaptado para ser aplicado de maneira remota, utilizando a metodologia ativa de ABP em ambos os casos.

Pascoalino (2021) também realizou um estudo de caso, no qual apresentou e discutiu a aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos com alunos do ensino médio em uma escola em São Paulo. Pascoalino criou e implementou o projeto "Desafio de Inovações" como parte integrante da metodologia de ensino e avaliação do componente curricular de Física, com o objetivo de contextualizar os conceitos físicos aprendidos pelos alunos e tornar as aulas mais interessantes. Na pesquisa, os alunos tiveram que desenvolver trabalhos sobre os seguintes subtemas: proposta de um *dispenser* automatizado para álcool em gel, proposta de um termômetro portátil infravermelho de baixo custo e proposta de um alarme de infração de distanciamento de carteiras.

Silva (2021), em sua pesquisa, buscou compreender como a Robótica Educacional pode ser utilizada no ensino e aprendizado de Física e Matemática no ensino Básico. No ensino de Física, foram abordados conteúdos como velocidade, conversão de unidade de velocidade, tempo, distância, Lei de Ohm, resistores, capacitores, LED, LDR, corrente elétrica e tensão. O autor trabalhou com estudantes do nono ano do ensino Fundamental de uma escola pública, utilizando *hardwares* e *softwares* livres, como Arduino, sucatas e outros materiais disponíveis. Sequências didáticas de montagens foram realizadas para que os participantes pudessem construir os robôs seguidores de linha e ultrassônicos. As disciplinas envolvidas não estavam no centro das atenções, mas eram necessárias para o sucesso final da montagem dos robôs, permitindo que os estudantes se apropriassem dos conteúdos de forma mais significativa, sem a pressão de provas tradicionais.

Segundo Silva (2021), a aprendizagem foi promovida por meio da manipulação dos objetos, incentivando a correção de erros por meio da tentativa, e proporcionando a socialização, o crescimento pessoal e intelectual dos alunos.

Enquanto a humanidade evoluiu rapidamente nos últimos anos devido à quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, a educação tem se mantido estagnada (PASCOALINO, 2021). A pandemia de COVID-19 desempenhou um papel crucial ao exigir uma "reinvenção" da educação em um curto período (PASCOALINO, 2021, p. 47), resultando na transição das aulas e atividades escolares do formato presencial para o formato remoto. Com essa transição, surgiu a necessidade de implementar metodologias que mantivessem o foco dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

No entanto, diante dos desafios enfrentados pelos professores na inserção de atividades experimentais investigativas nas aulas, é necessário buscar estratégias que aproximem o

conhecimento prévio dos estudantes da ciência, ao invés de conduzir os conteúdos da disciplina apenas sob sua própria perspectiva. Para despertar o interesse dos alunos, é fundamental abordar os conteúdos de Física de forma não tradicional, evitando a priorização da teoria e dos cálculos matemáticos, e contextualizando sua aplicação no cotidiano. Além disso, mesmo nas escolas que não possuem infraestrutura adequada, é possível explorar recursos tecnológicos, como imagens, vídeos, experimentos e aplicativos em *smartphones* (MALACRIDA, 2021). Portanto, é necessário que as aulas estimulem a criatividade dos alunos, promovendo a resolução de problemas por meio da investigação, interdisciplinaridade, contextualização e experimentação. Nesse sentido, projetos como o desenvolvido por Pimentel (2021), que buscou criar um laboratório didático sustentável, e os Produtos Educacionais apresentados por Araújo, Guedes, Pereira (2021) e Pinto (2021), que utilizaram a Astronomia como pano de fundo, podem contribuir para uma abordagem mais integrada e atrativa no ensino de Física.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) incentiva e reforça a importância do uso de recursos tecnológicos e computacionais no processo de ensino e aprendizagem. Ao ensinar ou aprimorar a programação, desde que seja utilizada em uma metodologia de ensino adequada, é possível capacitar os estudantes a serem protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem, rompendo com o papel passivo tradicional do aluno, o que caracteriza uma abordagem ativa de ensino.

Observamos, nesses trabalhos, que a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma das metodologias ativas que vem se destacando, não apenas nos cursos técnicos, mas em diferentes níveis de ensino e países. Isso se deve ao método de aprendizagem centrado no aluno, que possibilita a interdisciplinaridade e prepara os alunos com habilidades de resolução de problemas com o apoio das tecnologias, colaborando para o aumento da motivação e participação dos alunos.

Existem diferentes metodologias ativas, como o ensino híbrido, a cultura *maker*, a Aprendizagem Baseada em Projetos, a aprendizagem apoiada em jogos ou gamificação e o STEM ou STEAM. Todas essas abordagens têm em comum o uso significativo da programação e da robótica, o que as torna importantes para a educação do futuro (PASCOALINO, 2021).

Essas metodologias são vistas como uma grande oportunidade para os professores criarem um ambiente propício ao desenvolvimento do conhecimento, permitindo trazer situações do dia a dia dos alunos para dentro da sala de aula. Isso possibilita formar cidadãos mais críticos e conscientes, além de despertar o interesse pela ciência.

Dentro da metodologia de ensino denominada STEAM, Pimentel (2021) buscou inserir sua proposta. Segundo a autora, o STEAM é um movimento para o ensino das ciências naturais que propõe uma abordagem interdisciplinar inovadora.

Araújo, Guedes e Pereira (2021) consideram que uma das principais vantagens de desenvolver atividades correlatas à metodologia STEAM é permitir que cada estudante encontre a melhor forma de se desenvolver para cumprir o currículo proposto. Isso permite que o aluno perceba o sentido e o significado de sua aprendizagem, favorecendo o diálogo entre o senso comum e o saber científico (COSTA, 2021).

Silva (2021) afirma que o STEAM é o agrupamento das disciplinas para a resolução de um problema proposto. Além disso, baseia-se na ideia de que o STEAM na educação busca romper as barreiras entre disciplinas, promovendo a interdisciplinaridade. As disciplinas são trabalhadas em conjunto, permitindo que o estudante desenvolva habilidades e competências para uma aprendizagem significativa, incentivando o pensamento crítico e a capacidade de lidar com situações reais.

Embora Costa (2021) e Ferreira et al. (2021) não mencionem diretamente o STEAM, sua fundamentação teórica caracteriza-se pela crença de que o aluno, para viver em uma sociedade tecnológica, precisa ser ativo, autônomo, crítico, colaborador e, por meio do conhecimento científico, contribuir na busca de soluções para as verdadeiras demandas sociais, ambientais, tecnológicas e sociais.

No entanto, é importante destacar que nem todas as atividades experimentais envolvem a cultura científica. Para garantir esse envolvimento, é necessário trabalhar atividades investigativas, permitindo que os alunos sejam protagonistas na construção do seu conhecimento e busquem o saber científico por meio de pesquisas (COSTA, 2021).

Nesse sentido, o professor deve atuar como mediador no processo de ensino, priorizando a aprendizagem dos alunos em vez da simples transmissão de informações. É fundamental ressaltar que, durante as atividades investigativas, quando os resultados obtidos não correspondem ao esperado, é necessária observação, diálogo e construção de argumentos que relacionem teoria e prática. Isso permite que surjam descobertas e promove a aprendizagem, inserindo o aluno no mundo científico.

2.4 UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Existem algumas dificuldades na integração dos recursos tecnológicos digitais na atividade docente, tais como o ritmo acelerado das mudanças e desenvolvimentos tecnológicos,

assim como a formação de professores, que muitas vezes está mais centrada nos próprios recursos do que nos modos de integrá-los à prática docente (FERREIRA; DANTAS, 2018)

A discussão sobre tecnologia na educação não deve se limitar apenas às questões técnicas ou instrumentais, voltadas exclusivamente para o uso de recursos na prática docente. Isso altera a relação entre tecnologia e educação. Nesse contexto, é crucial estender a discussão para além dos aspectos técnicos e instrumentais, adentrando o âmbito dos pressupostos que fundamentam as perspectivas de conhecimento e tecnologia que orientam a prática docente (FERREIRA; DANTAS, 2018).

Peixoto (2015) define dois pontos de vistas das relações entre tecnologia e Educação. De forma que quando é centrada sobre os próprios recursos denomina como tecnocentrada, e quando é centrada sobre os sujeitos sociais denomina como antropocentrada. A abordagem tecnocentrada pode ser determinista ou instrumental.

A diferença se encontra na questão do controle da tecnologia. Para o instrumentalismo, a tecnologia é controlada pelo homem, enquanto para o determinismo tecnológico, a tecnologia é autônoma. Nesta perspectiva, tecnologia é sinônimo de progresso (PEIXOTO, 2023).

Na perspectiva determinista, acredita-se que a tecnologia molda a sociedade, guiada pelo avanço do conhecimento do mundo natural. Segundo essa visão, os recursos tecnológicos impulsionam a sociedade para um futuro cada vez melhor com base nas exigências de eficiência e progresso que a própria tecnologia estabelece.

O determinismo combina autonomia e neutralidade. Segundo tal perspectiva, a tecnologia não é controlada pelo homem. É ela que, utilizando-se do avanço do conhecimento do mundo natural, verdadeiro e neutro, molda — e empurra para um futuro cada vez melhor — a sociedade mediante as exigências de eficiência e de progresso que ela estabelece (Peixoto, 2023).

O desenvolvimento tecnológico é percebido como a força que orienta as mudanças sociais e culturais ao longo da história. Nesse contexto, a categorização dos momentos históricos concentra-se exclusivamente nos instrumentos e minimiza o papel do ser humano como ator principal da história, produtor e utilizador dos recursos tecnológicos (FERREIRA; DANTAS, 2018, p.04). Em outras palavras, ao considerar os recursos como autônomos, a atenção é desviada para suas dimensões técnicas, deixando em segundo plano os sujeitos que os utilizarão.

No contexto educacional, a abordagem tecnocentrada é caracterizada por discursos que atribuem aos recursos tecnológicos a capacidade de impulsionar o desenvolvimento educacional, levando a mudanças nos papéis desempenhados por professores e alunos na sala

de aula, assim como em alterações nos processos de ensino e aprendizagem (FERREIRA; DANTAS, 2018).

Segundo essa abordagem, o modo de uso do instrumento estaria, de alguma maneira, inscrito na ferramenta. Esta materializaria uma forma de ordem social e prescreveria aos usuários um modo de utilização. Em síntese, a tecnologia é vista como um objeto cristalizado, como um conjunto de estruturas, de usos e de práticas que se originam em sua própria concepção. Isso ocorre quando se afirma que a internet é um meio pedagógico interativo e que essa possibilidade interativa, inerente à rede, transfere-se automaticamente para as práticas educativas que nela se realizam (PEIXOTO, 2015, p. 321).

Essa abordagem concentra-se principalmente na dimensão técnica dos recursos tecnológicos e deixam de considerar aspectos que também influenciam os modos de uso dos recursos. Pressupõe que quanto melhores e mais desenvolvidos esses recursos forem, melhores e mais desenvolvidas serão as práticas associadas a eles (FERREIRA; DANTAS, 2018).

Esse tipo de abordagem está presente até mesmo em documentos oficiais. Na BNCC, por exemplo, há a seguinte menção:

Além disso, a **BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias, como calculadoras e planilhas eletrônicas**, desde os anos iniciais do ensino Fundamental. **Tal valorização possibilita que, ao chegarem aos anos finais, eles possam ser estimulados a desenvolver o pensamento computacional**, por meio da interpretação e da elaboração de fluxogramas e algoritmos (BRASIL, 2018, p. 518, grifo nosso).

A proposta prescreve o uso de determinados *softwares* como uma possibilidade para o desenvolvimento do pensamento computacional, alterando os papéis assumidos por professores e alunos. Essa proposta pressupõe que os alunos, ao manipular os *softwares*, ganhariam autonomia para produzir seu próprio conhecimento, o que resultaria em uma mudança na dinâmica da sala de aula. O foco seria o domínio do dispositivo, considerado como um pré-requisito necessário à aprendizagem.

A vertente instrumental, por outro lado, considera os sujeitos como autônomos em relação aos recursos disponíveis. Nesse contexto, a tecnologia é vista meramente como uma facilitadora da ação docente, uma vez que os recursos, por si só, não determinariam mudanças nos paradigmas educacionais. Portanto, os recursos são percebidos como instrumentos que atendem a determinados interesses e, por essa razão, são entendidos como neutros, sendo indiferentes aos fins para os quais são utilizados (PEIXOTO, 2009).

Uma limitação inerente a essa vertente é a ausência de consideração acerca do valor cultural associado aos recursos tecnológicos, os quais frequentemente não servem apenas a interesses pedagógicos.

Mas, a teoria instrumental não pode ser considerada como neutra. Esta teoria é alimentada pela necessidade de inovação e pela ênfase nos resultados.

Paradoxalmente, a neutralidade defendida por esta concepção permite aos usuários utilizarem a tecnologia segundo suas próprias intenções, sem levar em conta o contexto de utilização (Peixoto, 2023, p. 09-10).

Mesmo ao evitar a concepção de que esses recursos determinam os contextos sociais nos quais estão inseridos, não se pode rotulá-los como completamente neutros, uma vez que carregam consigo valores sociais dos quais não podem ser dissociados (FERREIRA e DANTAS, 2015).

A vertente instrumental da técnica também integra a perspectiva tecnocentrada, pois, ao considerar os recursos como meros instrumentos auxiliares da prática docente, as atenções direcionadas a essa vertente concentram-se na implementação de diversos recursos na sala de aula, sem a devida reflexão crítica sobre eles. Ao serem tratados como neutros em relação aos objetivos a que se destinam, os recursos são percebidos apenas como facilitadores de práticas docentes já estabelecidas (FERREIRA e DANTAS, 2015).

Na abordagem instrumentalista, Peixoto (2015), Ferreira e Dantas (2018) afirmam que em estudos relacionados à Educação a Distância (EaD), os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) podem ser considerados neutros, pois essa neutralidade depende da maneira como são utilizados pelo professor. Em cenários que adotam práticas tradicionais, os AVA tornam-se instrumentos úteis para a transmissão mais efetiva de conteúdo. Por outro lado, quando são aplicadas práticas mais colaborativas e interativas, os AVA possibilitam a implementação de uma educação em rede e colaborativa.

A perspectiva antropocentrada, em contraponto à visão tecnocentrada, direciona seu foco para os sujeitos que utilizam os recursos tecnológicos, iniciando-se na década de 1970 com a "Sociologia dos usos". Defende a autonomia dos usuários na escolha dos usos dos recursos, destacando a existência de diferenças entre os usos concebidos pelos desenvolvedores e aqueles efetivamente realizados pelos usuários, atribuindo tais discrepâncias à "lógica dos usos" (Peixoto, 2015).

Caso o objeto não atenda às necessidades e desejos do usuário, este resiste; se sentir necessidade, ele desvia inteiramente o aparelho de seu uso originalmente previsto. Assim, um objeto pode ter tantos usos quantos usuários dele se apropriarem (Peixoto, 2015, p.326).

Essa abordagem considera os usos como uma negociação entre o usuário e o recurso, admitindo as "transgressões" como uma adaptação do recurso ao projeto do usuário. Contudo, uma limitação apontada é a tendência de se considerar o domínio técnico do dispositivo como pré-requisito necessário à aprendizagem, o que resulta em uma separação entre a dimensão técnica e educacional. Essa característica é evidente em propostas de formação que segregam

aspectos técnico e pedagógico, assim como na justificação do uso de recursos escolares com base na familiaridade dos estudantes fora do ambiente escolar.

Vale ressaltar que há uma tendência em atribuir o fracasso no uso das tecnologias na educação à resistência dos professores às mudanças. Embora o conservadorismo possa estar presente nas atitudes e práticas dos professores, essa resistência também pode ser uma reação aos modelos e projetos impostos a eles.

Reconhecer não só os aspectos tecnológicos, mas também os econômicos e sociais de um processo ou ação inovadora possibilita maior aproximação da complexidade inerente ao contexto educativo e ao papel dos meios educativos, escapando-se, assim, das utopias inspiradas pelo determinismo tecnológico (PEIXOTO, 2008; p.45).

Como pode-se ver no trabalho de Pinto (2021):

Por outro lado, professores da educação básica, costumam ser muito relutantes em modificar seus planos de aulas e se adequar às novas tecnologias e metodologias de ensino (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003), fazendo com que os alunos se sintam desmotivados e sem interesse pelas aulas (Pinto, 2021, p.18-19).

Portanto, é importante que as pesquisas sobre a integração das tecnologias nas práticas educativas realizem uma observação e uma escuta mais criteriosa dos professores. Essa resistência é vista como uma forma de desafiar o discurso da indústria e da mídia, sendo considerada uma interação positiva e benéfica de adaptação e negociação em um contexto sociocultural e sociotécnico instrumentalizado (Peixoto, 2015).

Ao analisar a concepção de tecnologia nas produções acadêmicas sobre o STEAM no ensino de Física com base na perspectiva filosófica e epistemológica apresentada por Peixoto (2015, 2023), Ferreira e Dantas (2018), os quais exploram as relações entre o uso de tecnologias e os sujeitos dentro de suas determinações sócio-históricas.

Dentro das duas categorias principais, tecnocêntrica e antropocêntrica, observamos que a abordagem tecnocêntrica ainda é identificada ao longo do texto em alguns trabalhos. Isso implica que a tecnologia é discutida com centralidade, relegando o sujeito e os determinantes contextuais da relação entre eles a um plano secundário. Essa abordagem reflete o pensamento hegemônico capitalista fundamentado na racionalidade instrumental, assim como na visão utilitária e autônoma da tecnologia, conforme mencionado por Silva (2021):

Há de lembrar que estamos trabalhando com tecnologias e, nos dias de hoje, tudo ou quase tudo está relacionado a uma tecnologia, seja analógica ou digital. Os jovens hoje estão imersos em uma cultura digital, onde consomem muitos recursos o que precisamos é orientá-los no processo de produção de soluções tecnológicas para os diversos problemas e, nesse sentido, a robótica educacional possibilita a união do conhecimento com uma situação prática (Silva, 2021, p. 27, grifo nosso).

Dentro do âmbito da abordagem tecnocêntrica, observamos que são atribuídas às tecnologias responsabilidades que não pertencem intrinsecamente aos instrumentos em si, mas que surgem a partir das relações sociais constituídas, nas quais não se pode negligenciar o papel dos sujeitos. A seguir, apresentamos alguns exemplos:

- 1) E este processo, que começa a partir de uma ideia da utilização didática, promove a aprendizagem, pelo sentido de aprendizagem da Matemática, com a **mínima interferência do Professor, onde o conhecimento é desenvolvido ao manipular o objeto e não ensinado**, mas reforçado pelo professor por meio do mecanismo de engajamento cognitivo (Silva, 2021, p. 142, grifo nosso).
- 2) Instrumentos como gamificação, simulação, construção de kits, entre diversos outros recursos **ativa a esfera cognitiva dos alunos**, pois funcionam como motivadores de ações em ações imaginárias, **permitindo que o aluno aprenda [...]** (Pinto, 2021, p. 53)
- 3) **Acredita-se que os vídeos**, associado a abordagem sobre a plataforma Arduino, **tenham agido como facilitadores para o entendimento** do quão acessível a tecnologia é atualmente e o quanto **pode auxiliar um jovem estudante a propor uma solução criativa para um problema identificado** (PASCOALINO, 2021; p.48, grifo nosso).

Em ambos os exemplos, a tecnologia é retratada como se fosse a responsável por orientar as ações humanas de interação e colaboração, com o papel dos sujeitos sendo relegado a um plano secundário em detrimento dos objetos. No segundo exemplo, é relevante destacar que a tecnologia, por si só, não é capaz de estimular os alunos como se fosse um instrumento que automaticamente atinge um fim, mas essa capacidade depende de diversos fatores, incluindo os modos de uso e o conteúdo abordado.

Os dados que foram apresentados são fruto de uma análise rápida e, embora sejam uma parte significativa da realidade, estão restritos ao que é prontamente observável. Para compreender ainda mais a essência do objeto de pesquisa, no movimento de suas contradições, é necessário avançar por meio da mediação da abstração, representada por categorias teóricas de análise. Vale ressaltar que este trabalho não se concentra nesse aspecto, mas sim em fundamentar a análise dos dados desta pesquisa.

2.5 O ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO O *SOFTWARE* GEOGEBRA

Este tópico explora o uso do software GeoGebra como um recurso eficaz no ensino de Física, com base na revisão da literatura. A pesquisa bibliográfica compilou os principais

trabalhos relacionados ao tema, fornecendo dados atuais e relevantes, o que permite uma abordagem nova e conclusões relacionadas ao assunto (MARCONI; LAKATOS, 2018).

A revisão da literatura pode ser considerada uma modalidade de pesquisa bibliográfica que envolve o planejamento, coleta de dados, análise, interpretação e redação do relatório (GIL, 2019). Para obter suporte teórico para a pesquisa em andamento, foi realizada uma pesquisa no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, que abrange mais de 36 mil periódicos e 130 bases referenciais em todas as áreas do conhecimento (GIL, 2019).

O acesso pleno ao acervo do Portal de Periódicos da CAPES é restrito a professores, estudantes e funcionários das instituições participantes. Como a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) é uma instituição participante, foi realizado o *login* com e-mail institucional sob o domínio @unemat.br e iniciada a busca por assunto no periódico.

Na busca avançada, opção disponível na ferramenta, foram inseridos os seguintes descritores: "GeoGebra" e "Física". Os resumos dos resultados foram lidos para identificar as obras e selecionar aquelas que atendem ao tema da pesquisa. Durante a análise dos resumos, foram destacadas informações como autores, revista de publicação, metodologia empregada no estudo, objetivos, resultados e considerações finais apresentados nos artigos.

Para a seleção dos trabalhos adequados ao tema, foram realizados dois testes de relevância adaptados de (BARBOSA *et al.*, 2020). O primeiro teste analisa apenas os resumos dos trabalhos obtidos na busca, seguindo os critérios de inclusão/exclusão presentes na **Figura 1 (a)**. Os trabalhos que permaneceram após essa etapa foram submetidos ao próximo teste de relevância, que avalia os textos de maneira integral, enquadrando-os em novos critérios detalhados na **Figura 1 (b)**.

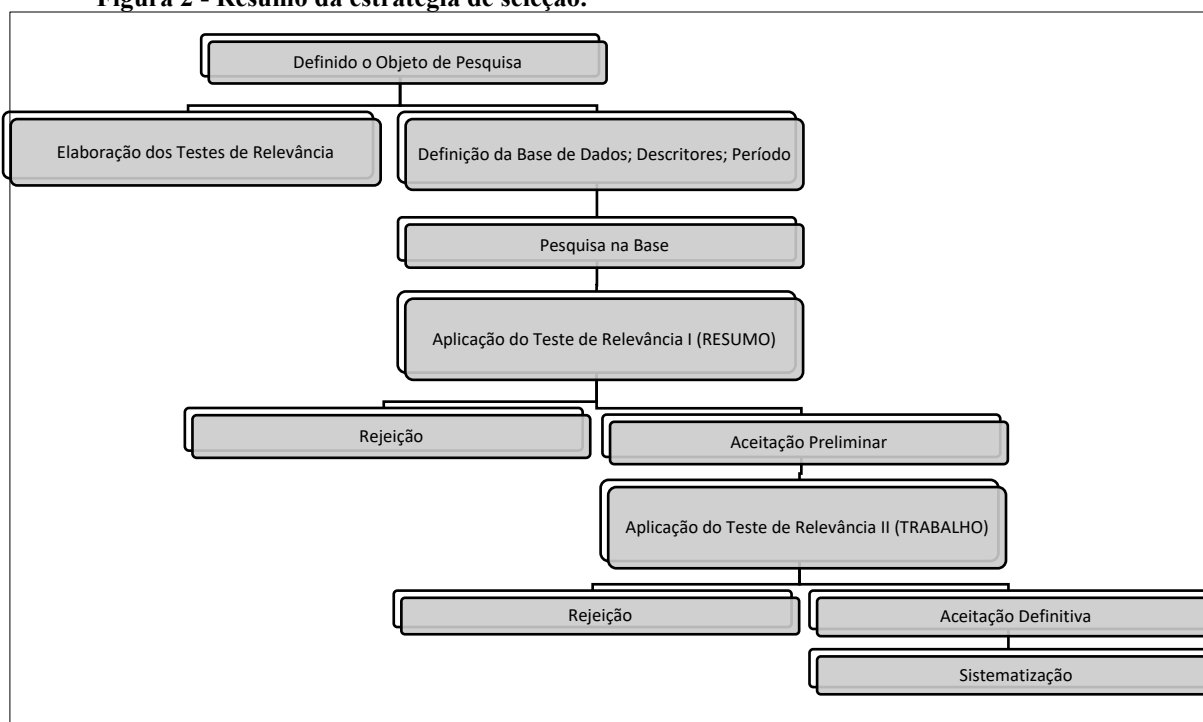
Figura 1 - a) Teste de Relevância I; b) Teste de Relevância II.

a)			b)		
TESTE DE RELEVÂNCIA I			TESTE DE RELEVÂNCIA II		
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:			CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:		
	SIM	NÃO		SIM	NÃO
O estudo aborda ensino e aprendizagem de conteúdos de Física?			O estudo aborda a área de Mecânica?		
O estudo envolve o <i>Software</i> GeoGebra?			O estudo trata de um estudo desenvolvido na Educação básica?		
Trata-se de uma publicação em português?			CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:		
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:			É uma Revisão, Livro ou Editorial?		
Atende a todos critérios de inclusão?					

Fonte: A própria autora (2021)

A síntese do processo de seleção é apresentada na **Figura 2**.

Figura 2 - Resumo da estratégia de seleção.



Fonte: Adaptação de Barbosa et al. (2020, p. 08)

Durante a etapa de busca, foram obtidos 159 resultados, dos quais 14 estavam redigidos em inglês, 56 em espanhol e 89 em português. No primeiro teste de relevância, foram selecionados 11 artigos para serem submetidos ao segundo teste. Após a realização do segundo teste, foram escolhidos dois artigos relacionados ao tema da pesquisa, os quais estão disponibilizados no Tabela 2

Tabela 2- Resultado do Teste de Relevância II.

Título	Autor(es)	Referência
Um simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples desenvolvido utilizando o GeoGebra	Soares, Antonio Augusto; Carmo, Rodrigo do.	Revista Brasileira de ensino de Ciência e Tecnologia, 2016-12-31, Vol.9 (3)
Experiência de baixo custo para determinar a forma da superfície de um líquido em rotação usando o <i>smartphone</i>	Pereira, Eliane.	Revista Brasileira de ensino de Física, 2021, Vol.43

Fonte: A própria autora (2021)

Em seu estudo, Soares e Carmo (2016) desenvolveram um simulador virtual utilizando o *Software* GeoGebra para o ensino do Movimento Harmônico Simples (MHS). Eles escolheram essa ferramenta devido à sua interface intuitiva, que permite ao professor explorar o fenômeno de forma mais acessível junto aos estudantes do ensino médio. Ao final da pesquisa,

os autores constataram o potencial do Simulador em melhorar o processo de ensino e aprendizagem de forma significativa.

Por sua vez, Pereira (2021) investigou uma experiência de baixo custo para explorar a física envolvida na rotação de uma "folha de água" sob a ação das forças peso e normal. O autor calculou a curva teórica que descreve o comportamento da água em rotação, considerando a largura do recipiente e a velocidade angular. Para realizar as medições da velocidade angular e comparar a curva teórica com a curva experimental, Pereira (2021) utilizou o aplicativo *Phyphox* e desenvolveu um *applet* no software GeoGebra, permitindo a comparação da teoria com uma foto da experiência.

Ambos os estudos destacam as contribuições do uso do *Software* GeoGebra na qualidade do processo de ensino e aprendizagem de Física. Soares e Carmo (2016) afirmam que a dinâmica das imagens proporcionada pelo *software* supera os desenhos feitos na lousa, conferindo um caráter mais moderno à aula e possibilitando um ensino mais significativo. Além disso, o software permite que os estudantes se familiarizem com a linguagem computacional e compreendam a relação direta entre o código e o modelo matemático do fenômeno físico em estudo (SOARES e CARMO, 2016, p. 39). Por sua vez, Pereira (2021) ressalta que essa abordagem prática, com o uso da tecnologia, tem o potencial de despertar a curiosidade dos estudantes e proporcionar a oportunidade de comprovar a teoria apresentada em sala de aula.

Embora os autores não tenham relacionado explicitamente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em seus estudos, suas perspectivas estão alinhadas com ela. A BNCC define as competências e habilidades nas diferentes áreas do conhecimento e incentiva o uso de diversas ferramentas de software e aplicativos para compreender e produzir conteúdo em diversas mídias, simular fenômenos e processos, além de explorar diferentes registros de representação matemática (BRASIL, 2018, p. 475). Ambos convergem na promoção do pensamento crítico, da criatividade, da resolução de problemas e da colaboração, habilidades fundamentais para a formação de cidadãos aptos a enfrentar os desafios emergentes. Enquanto a BNCC estabelece essas competências como objetivos educacionais essenciais, o STEAM fornece uma abordagem prática para sua implementação por meio de projetos interdisciplinares e experiências de aprendizagem contextualizadas. Além disso, tanto a BNCC quanto o STEAM enfatizam a importância da experiência prática e da experimentação como facilitadoras da aprendizagem significativa, reconhecendo o valor do uso de tecnologias digitais e ferramentas inovadoras como recursos pedagógicos para aprimorar a compreensão dos conteúdos e promover a criatividade dos alunos.

No entanto, é importante observar que as pesquisas sobre o uso do *Software* GeoGebra no ensino de Física, especificamente na área de mecânica, ainda são promissoras. A revisão da literatura realizada revelou que são poucos os estudos que abordam essa temática. Os trabalhos selecionados indicam que as tecnologias digitais podem contribuir para diferentes formas de aprendizado de conceitos físicos por meio da interface computacional.

Além disso, é relevante ressaltar que o uso de tecnologias proporciona aos estudantes uma variedade de experiências, incluindo a formulação e teste de conjecturas, a avaliação da validade de raciocínios e a construção de argumentações.

2.6 O GEOGEBRA

O GeoGebra é um *Software* gratuito de Geometria Dinâmica (GD) desenvolvido por Markus Hohenwarter em 2001. De acordo com o Instituto São Paulo: GeoGebra, ele combina recursos de geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único ambiente, permitindo múltiplas representações de funções.

Uma característica que o diferencia de outros *Softwares* de Geometria Dinâmica é a possibilidade de acessar as funções tanto por meio de botões na Barra de Ferramentas quanto pelo Campo de Entrada (ARAÚJO; NÓBRIGA, 2010). Além disso, é possível alterar as propriedades dos objetos construídos por meio da Janela de Álgebra, devido às características típicas de sistemas de computação algébrica (CAS).

Essa peculiaridade torna o GeoGebra inovador, conforme justificado por Borba, Silva e Gadanidis (2020, p. 51), uma vez que se trata de uma tecnologia pioneira na integração GD-CA-funções.

Segundo DENADAI et al. (2012), o GeoGebra foi desenvolvido em linguagem JAVA e, por ser uma linguagem multiplataforma, é compatível com diferentes sistemas operacionais, como Windows, Linux, Mac OS e outros. O *software* foi traduzido para mais de 50 idiomas, incluindo o português, e permite gerar imagens que podem ser utilizadas em outros programas, como Word, Open Office e LaTeX.

Geogebra.org (2024), em sua página, destaca dados numéricos sobre o uso do GeoGebra, mostrando que a sua comunidade *online* ativa, com milhões de usuários em quase todos os países, compartilha recursos educacionais, tutoriais e atividades interativas. A plataforma *online* conta com mais de um milhão de recursos gratuitos em vários idiomas. Por meio da plataforma de colaboração GeoGebra *Classroom*, esses recursos podem ser facilmente compartilhados, permitindo o monitoramento em tempo real do progresso dos alunos. Essa troca

de conhecimento promove o desenvolvimento colaborativo e permite que professores e alunos explorem conceitos matemáticos de forma interativa.

Em 2021, tornou-se parte da família BYJU, mantendo seus aplicativos, recursos para sala de aula e o GeoGebra *Classroom* gratuitamente ao público, operando como uma unidade independente sob a liderança dos fundadores e desenvolvedores originais.

Esses dados demonstram que o aplicativo vem sendo cada vez mais utilizado em todo o mundo, especialmente no ensino e aprendizagem de Matemática, devido aos interesses didático-pedagógicos e acadêmicos de professores e pesquisadores (BORBA, SILVA e GADANIDIS, 2020).

O GeoGebra é um *software* versátil e poderoso, projetado com acessibilidade em mente. Ele oferece recursos avançados para o ensino e aprendizagem de Matemática, bem como outras disciplinas científicas. Além disso, o *software* é acessível a uma ampla variedade de usuários, incluindo aqueles com necessidades especiais.

Com recursos como suporte a leitores de tela, teclas de atalho personalizáveis e opções de contraste de cores, o GeoGebra garante a acessibilidade e a inclusão de todos os usuários. Isso significa que pessoas com deficiências físicas, visuais, auditivas ou cognitivas podem utilizar o *software* com facilidade e desfrutar de uma experiência de aprendizagem significativa.

No contexto do ensino de Matemática, o GeoGebra se destaca por sua flexibilidade e amplitude de recursos. Ele permite que professores e estudantes explorem conceitos matemáticos de forma interativa e dinâmica. Além disso, o *software* conta com uma comunidade engajada e uma vasta biblioteca de recursos *online*, enriquecendo ainda mais as possibilidades educacionais.

Além da Matemática, o GeoGebra pode ser aplicado em disciplinas como Física, Química e outras áreas do conhecimento. Ele oferece suporte para simulações, modelagens, análise de gráficos, representação de estruturas moleculares, cálculos químicos e muito mais. Isso torna o GeoGebra uma escolha popular entre professores e estudantes que desejam explorar e compreender conceitos científicos de maneira interativa e significativa.

Por fim, é importante destacar que o GeoGebra se tornou o principal fornecedor de *software* dinâmico de matemática, desempenhando um papel importante no apoio à educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) e contribuindo para inovações no ensino e aprendizagem global. Seu mecanismo matemático alimenta uma variedade de sites educacionais em todo o mundo, desde demonstrações simples até sistemas completos de avaliação online (GEOGEBRA, 2022).

2.7 O CURSO DE GEOGEBRA

O curso de GeoGebra tem como objetivo capacitar professores e futuros professores de Matemática nos aspectos tecnológicos do *Software*, além de promover reflexões sobre seu uso em situações de ensino e aprendizagem. De acordo com Dantas (2016), o curso já formou mais de 5000 professores de todos os estados brasileiros.

A primeira edição do curso de GeoGebra ocorreu em agosto de 2012, na modalidade semipresencial, sob a coordenação de Romulo Campos Lins, na Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro. Os tutores foram professores de Educação Matemática do Programa GESTAR II. No entanto, devido à exigência de presença nos encontros presenciais, houve poucos inscritos. Para contornar essa questão, em novembro do mesmo ano, foi oferecida outra edição do curso com os mesmos conteúdos programáticos, mas totalmente *online*, permitindo a participação de professores de vários estados do Brasil.

Com base nas sugestões dos participantes da segunda edição, foram realizadas modificações na estrutura do curso, resultando nas edições 3, 4 e 5, em parceria com universidades federais. A análise das respostas dos cursistas nessas edições levou a uma lista de pontos levantados pela equipe organizadora, interrompendo a realização de novas edições e levando à reestruturação do projeto de curso para criar um ambiente de formação colaborativa (DANTAS, 2016, p. 35).

A partir da sexta edição, houve um aumento significativo na demanda pelo curso, com crescimento a cada edição. Isso levou ao aumento do número de moderadores a cada edição subsequente. Em fevereiro de 2021, a 18ª edição do curso foi realizada em parceria com a Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT.

Atualmente o curso possui uma carga horária total de 50 horas, distribuídas em oito módulos semanais (Figura 3). Os alunos são orientados a assistir às videoaulas e realizar leituras de materiais complementares, disponibilizados no início de cada módulo e acessíveis até o término do curso. As videoaulas, conforme descrito por Dantas (2016), desempenham os papéis de fornecer informações, formação e estimular atitudes na formação dos participantes.

Figura 3 - Página principal do curso do GeoGebra.



Fonte: < <https://ogeogebra.com.br/cursos/course/view.php?id=7>>

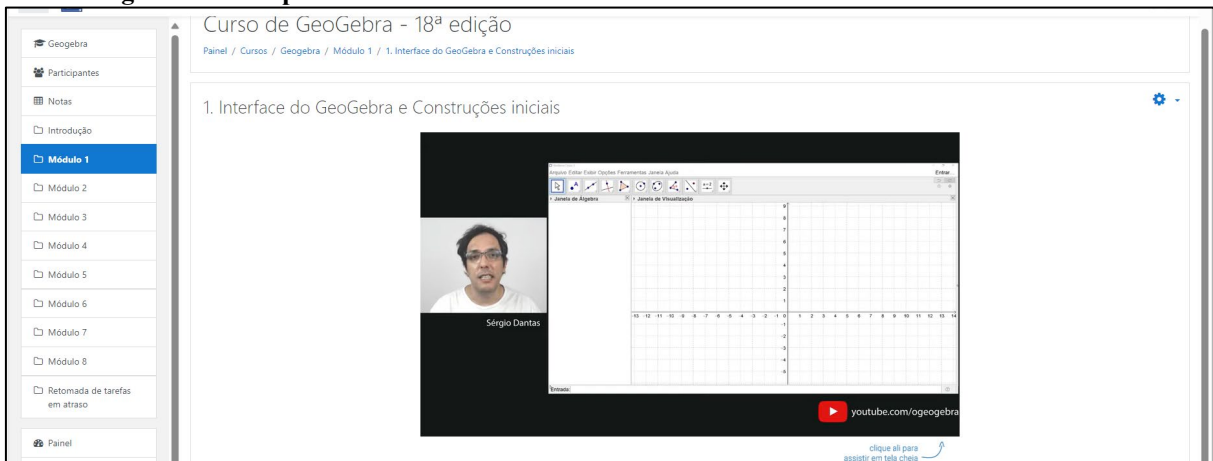
O curso reflete a perspectiva da equipe formadora em todos os aspectos, desde as tarefas até os critérios de avaliação e a dinâmica interativa proposta. É relevante observar que as videoaulas e o material escrito têm como principal objetivo explicar como a equipe aborda a utilização do GeoGebra em contextos de ensino e aprendizagem de Matemática. Esses recursos detalham as ferramentas e funcionalidades do programa, abrangendo construções geométricas, resolução de problemas e experimentações com base em enunciados matemáticos.

As videoaulas, segundo Dantas (2016), possuem algumas características quanto ao conteúdo e ao formato por desempenharem o papel informativo, formativo e de mobilização de atitudes na formação.

Uma característica das vídeo-aulas, integradas ao material escrito, é constituir uma enunciação particular dos formadores. Nesses materiais busca-se explicitar como a equipe compreende a utilização do GeoGebra em contextos de ensino e aprendizagem de Matemática. Para tanto, são apresentadas as ferramentas e recursos do programa explorando construções geométricas, resolução de problemas e experimentações a partir de enunciados matemáticos (DANTAS, 2016, p. 65).

Os vídeos são gravados pela equipe formadora e têm, em média, 15 minutos de duração (Figura 4). Os textos didáticos complementam os conteúdos abordados nos vídeos e podem ser impressos ou visualizados no ambiente de aprendizagem *online*.

Figura 4 - Exemplo de videoaula no curso de GeoGebra.



Fonte: < <https://ogegebra.com.br/cursos/mod/page/view.php?id=399> >

Após assistir às aulas e realizar as leituras, os alunos devem criar uma construção no GeoGebra, descrever os recursos do *software* utilizados no desenvolvimento do objeto e seus objetivos educacionais, além de explorar sua utilização em sala de aula. E por fim, devem compartilhar suas produções no fórum, interagindo com as produções dos outros cursistas. Exemplos de tarefas da 17ª edição do curso estão na Figura 5.

Figura 5 - Recortes das tarefas 1, 2 e 4 na 17ª edição do curso de GeoGebra

Tarefa 1

A tarefa deste módulo deve ser realizada em duas partes:

Parte 1
Realize uma construção, no GeoGebra, a partir dos tópicos abordados no Módulo 1. Em seguida, poste o arquivo dessa construção, neste fórum, com uma descrição dos passos realizados em sua construção. Mesmo que você possua alguma experiência com o GeoGebra, utilize somente o que foi abordado no Módulo 1.

Parte 2
Analisar a construção postada por dois colegas e, em cada uma delas, escreva uma pergunta sobre algum passo da construção, sobre possibilidades de utilização do arquivo ou sobre outro ponto à sua escolha. Não esqueça de responder as perguntas feitas em sua postagem.

Avaliação

- 40% para a postagem de seu arquivo acompanhado da descrição;
- 30% para o comentário da postagem de um cursista e
- 30% para o comentário da postagem de um cursista distinto do primeiro.

Acrescentar um novo tópico de discussão

Tarefa 2

A tarefa deste módulo deve ser realizada em duas partes:

Parte 1
Construa um arquivo, no GeoGebra, em que você utilize os conteúdos abordados no módulo 2. Poste seu arquivo, neste fórum, acompanhado da descrição do passo a passo da construção.

Parte 2
Escolha construções realizadas por, no mínimo, dois colegas e interaja com eles fazendo perguntas, sugerindo alterações ou acréscimos em suas construções.

Tarefa 4

Realize esta tarefa em duas partes.

Parte 1
Escolha o enunciado de uma atividade de um livro didático, de um site, de uma apostila ou elabore você mesmo. Em seguida, no GeoGebra, construa um arquivo que você utilizaria para abordar essa questão em uma situação de estudo pessoal ou com vista à sala de aula. Para realizar sua construção no GeoGebra, integre recursos que abordamos nos módulos 1 a 4. Poste seu arquivo neste fórum, acompanhado do enunciado da questão e de uma breve descrição de como utilizou o GeoGebra para resolver a questão escolhida.

Parte 2
Escolha construções realizadas por, no mínimo, dois colegas e interaja com eles fazendo perguntas, sugerindo alterações ou acréscimos em suas construções. Você pode sugerir, por exemplo, um outro modo de utilizar o GeoGebra para abordar a atividade proposta pelo colega, ou, ainda, dizer de que modo utilizaria a proposta do colega (atividade e arquivo do GeoGebra) em uma aula sua.

Fonte: < <https://ogegebra.com.br/cursos/course/view.php?id=5> >

No Módulo 1, aprendem sobre a interface do GeoGebra e construções iniciais, como linhas retas e ângulos, realizando a Tarefa 1, que envolve criar uma construção, postá-la no fórum com uma descrição dos passos e analisar as construções de dois colegas, fazendo perguntas e respondendo às questões recebidas.

No Módulo 2, com foco em polígonos, isometrias e propriedades geométricas, a Tarefa 2 exige que os cursistas preparem arquivos no GeoGebra para ensinar um tópico de Matemática, postem no fórum com uma descrição do uso em aula e interajam com as propostas de dois colegas, sugerindo melhorias e fazendo perguntas.

No Módulo 4, onde trabalham com funções, controles deslizantes e o uso do GeoGebra em smartphones, a Tarefa 4 consiste em escolher ou criar uma atividade didática, construir um arquivo no GeoGebra, postá-lo no fórum com uma descrição e interagir com as construções de dois colegas, sugerindo alterações e novas abordagens.

Esse formato aberto das tarefas possibilita a criação de produções que não apenas aprofundam os conhecimentos em matemática, mas também criar produções que podem ser ampliadas para explorar conceitos interdisciplinares, como aqueles presentes na física.

A Figura 6 mostra as interações entre os cursistas após postarem suas produções na tarefa do módulo 4. Eles trocam comentários para melhorar as construções e esclarecer dúvidas sobre o uso das ferramentas do GeoGebra. Segundo Dantas (2016), a dinâmica das atividades foi projetada para promover a produção de conhecimentos sobre o GeoGebra também através da interação entre os cursistas, como demonstrado em sua tese “Design, implementação e estudo de uma rede sócio-profissional online de professores de Matemática”.

Figura 6 - Recorte de interações ocorridas na realização de uma tarefa do módulo 4 da 17ª edição do curso de GeoGebra

Calculando a trajetória da bola
por [REDACTED] - domingo, 7 Mar 2021, 23:14

Olá colegas,
O objetivo é desenvolver nos alunos a capacidade de aplicação da função quadrática e o experimento com as variações dos coeficientes e a constante. Para isso utilizei um problema clássico no ensino 9 ano.
Também utilizamos a condição para x na aplicação no problema.
A interpretação segue:
Houve dois momentos em que a bola tocou o chão: o primeiro foi antes de ela ser chutada e o segundo foi quando ela terminou sua trajetória e retornou para o chão. Em ambos os momentos a altura $h(t)$ era igual a zero, sendo assim:

$h(t) = -2t^2 + 8t$, onde os controles deslizantes $a=-2$ e $b=8$
 $0 = -2t^2 + 8t$
 $2t^2 - 8t = 0$
 $t' = 0$ e $t'' = 4$

Portanto, o segundo momento em que a bola tocou no chão foi no instante de **quatro segundos**.

b) A altura máxima atingida pela bola é dada pelo vértice da parábola. As coordenadas do seu vértice podem ser encontradas através de:

$x_v = -\frac{b}{2a}$
 $y_v = -\frac{\Delta}{4a}$
 $y_v = 8$

Portanto, a altura máxima atingida pela bola foi de **8 metros**.

Tags: Função Quadrática trajetória lançamento 9 ano vértice da parábola
[Trajetória Parabólica.ggb](#)

[Link direto](#) | [Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Re: Calculando a trajetória da bola
por [REDACTED] - terça, 9 Mar 2021, 14:35

Boa tarde
Muito boa sua atividade, que na verdade expressa um lançamento oblíquo da bola.
Deste modo o aluno pode ver a variação da altura em função da distância, pela variação dos coeficientes.
Sugestão.
Voce pode dividir a solução em 2 aplicativos para trabalhar com seus alunos.
1) para dar a resposta do exercício sem variação de coeficientes, ver anexo trajetoria corrigida pois fica mais simples do aluno entender.
2) agora sim fazer um estudo das variações de a b e c ver anexo variação das coef da parábola. Este tópico deu uma bela discussão no grupo do PROINFO há uns 8 anos atrás.
Vou disponibilizar em anexo um estudo completo deste tópico.
Parabéns pela atividade e bom estudo.
[trajetoria corrigida.ggb](#)
[variacao dos coef da parabola.ggb](#)

[Link direto](#) | [Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Interromper](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Re: Calculando a trajetória da bola
por [REDACTED] - quarta, 10 Mar 2021, 11:14

bom dia professor [REDACTED],
Obrigada pelas correções e sugestões. E por todo material disponibilizado.
Realmente entendi que tenho que aprimorar minha construção e avaliar as muitas possibilidades de aplicação com meus alunos.
Farei modificações para uma aplicação mais didática e construtiva.
Certamente estou evoluindo com o curso e com o rico material de todos os colegas e professores.
Abçs

[Link direto](#) | [Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Interromper](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Fonte: <<https://ogeogebra.com.br/cursos/course/view.php?id=5>>

3 O CAMINHO METODOLÓGICO

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, cujo objetivo é analisar, compreender e apresentar uma visão panorâmica das leituras e revisões realizadas. Essa abordagem segue uma perspectiva interpretativista, que busca desenvolver conhecimento por meio da compreensão dos significados (MARCONI; LAKATOS, 2017). Segundo Flick (2009), a abordagem qualitativa baseia-se em diferentes conceitos teóricos para a compreensão dos objetos e utiliza focos metodológicos que definem as discussões e a prática da pesquisa.

Neste estudo, procuramos analisar, compreender e apresentar uma visão panorâmica das leituras e revisões realizadas para alcançar o objetivo proposto. Para isso, a pesquisa segue os pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2016). Essa modalidade de investigação difere tanto da Análise de Conteúdo (AC) quanto da Análise de Discurso (AD).

A Análise Textual Discursiva envolve a análise de mensagens, linguagem, discurso e outras representações simbólicas. Ela busca compreender os fenômenos investigados por meio de uma leitura rigorosa e aprofundada de conjuntos de materiais textuais, permitindo ao pesquisador assumir o papel de sujeito histórico, capaz de participar na interpretação e reconstrução dos discursos a partir dos quais esses materiais foram produzidos (MORAES; GALIAZZI, 2016).

De acordo com Moraes e Galiazzi (2016, p. 134), a Análise Textual Discursiva pode ser entendida como o processo de desconstrução, seguido de reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, resultando em novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados.

O encaminhamento metodológico se dá, resumidamente, na:

- i. Identificação e isolamento dos enunciados dos materiais submetidos à análise (unitarização);
- ii. Categorização desses enunciados;
- iii. Produção de textos embasados no sistema de categorias construído, nos quais são realizadas descrições e interpretações.

3.1 O CORPUS DA PESQUISA

O *corpus* desta pesquisa consiste em textos obtidos a partir das produções dos participantes nos fóruns da 17ª e 18ª edição do Curso de GeoGebra (Figura 7). Esses textos foram selecionados para análise e compõem o conjunto de dados utilizado nesta pesquisa.

A escolha das edições 17ª e 18ª foi motivada pelo fato de que a partir da 6ª edição, o curso passou a ter uma demanda significativa, com um aumento expressivo no número de inscritos, e essas edições são as mais recentes disponíveis no início da pesquisa. Além disso, essas edições proporcionam um equilíbrio adequado entre a quantidade de dados e as restrições temporais da pesquisa, facilitando uma análise aprofundada dentro dos prazos estabelecidos.

Figura 7 – Acesso ao ambiente virtual de aprendizagem das 17ª e 18ª edições do curso de GeoGebra.

The screenshot shows the website interface for ogeogebra.com.br. At the top, there is a navigation bar with the site name, language selection (Português - Brasil), and a login prompt. Below the header, the main content area is titled 'Cursos disponíveis' and lists three course offerings:

- Curso de GeoGebra - 18ª edição**
 - Curso de GeoGebra promovido pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR - APUCARANA)
 - Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT
 - Período de realização: 11 de fevereiro de 2021 à 11 de abril de 2021
- Curso de GeoGebra Avançado - 1ª edição**
 - Curso Avançado de GeoGebra promovido pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR - APUCARANA)
 - Nesta edição piloto, o curso foi voltado aos professores da equipe formadora.
 - Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT
 - Período de realização: 26 de outubro de 2020 à 14 de dezembro de 2020
- Curso de GeoGebra - 17ª edição**
 - Curso de GeoGebra promovido pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR - APUCARANA)
 - Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT
 - Período de realização: 19 de março de 2020 à 17 de maio de 2020

Fonte: <<https://ogeogebra.com.br/cursos/>>

Os participantes desta pesquisa são estudantes de graduação em Matemática, estudantes de Pós-Graduação *Lato Sensu* ou *Stricto Sensu* em Matemática, ensino de Matemática e profissionais da Educação. Esses sujeitos são os alunos que participaram das edições 17ª e 18ª do curso de GeoGebra.

3.2 OS PROCEDIMENTOS DE CONSTITUIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Para acessar os dados da pesquisa foi necessário solicitar o cadastramento de usuário e senha à equipe de gerenciamento do curso, pois essas informações são necessárias para identificação e acesso ao ambiente virtual de aprendizagem do Curso de GeoGebra (Figura 8).

Figura 8 - Acesso ao ambiente virtual de aprendizagem do curso de GeoGebra.

Fonte: <https://ogegebra.com.br/cursos/login/index.php>

Após o cadastramento, foi possível ter livre acesso aos dados solicitados, incluindo todos os materiais produzidos pelos cursistas nas atividades propostas nas edições 17^a e 18^a do Curso de GeoGebra. A estrutura do ambiente virtual de aprendizagem da 17^a edição é apresentada na Figura 9, e a da 18^a edição mantém a mesma estrutura.

Figura 9 - Ambiente virtual de aprendizagem da 17^a edição do curso de GeoGebra.

Fonte: Fonte: Elaborada pela autora

O Quadro 1 apresenta os conteúdos abordados nos oito módulos da 17ª edição, que são similares aos conteúdos da 18ª edição do Curso de GeoGebra.

Quadro 1 - Conteúdos trabalhados nos oito módulos da 17ª edição do Curso de GeoGebra.

Módulo	Conteúdo
Módulo 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interface do GeoGebra e Construções iniciais 2. Linhas retas 3. Perpendiculares, paralelas, bissetrizes e mediatrizes 4. Criar conta no GeoGebra Tube e <i>upload</i> de arquivo
Módulo 2	<ol style="list-style-type: none"> 5. Polígonos 6. Isometrias no plano 7. Objetos e Propriedades 8. Construção de Círculos e Arcos no GeoGebra para Smartphone
Módulo 3	<ol style="list-style-type: none"> 9. Interface 3D do GeoGebra 10. Prismas e Pirâmides 11. Cilindros e 12. Construções 3D no GeoGebra para Smartphone
Módulo 4	<ol style="list-style-type: none"> 13. Funções 14. Funções e 15. Funções com controles deslizantes 16. Funções no GeoGebra para Smartphone
Módulo 5	<ol style="list-style-type: none"> 17. Formas de revolução no GeoGebra para Smartphone 18. Comandos 19. Comando Sequência 20. Formas de revolução a partir de polígonos 21. Formas de revolução a partir de funções 22. Construção de mosaicos com comandos
Módulo 6	<ol style="list-style-type: none"> 23. Janela CAS 24. Resolução de equações na Janela CAS 25. Matrizes no GeoGebra 26. Resolução de Sistemas Lineares 3x3 no GeoGebra
Módulo 7	<ol style="list-style-type: none"> 27. Protocolo de Construções 28. Lista de Iteração (1 de 2): Sequências Numéricas 29. Lista de Iteração (2 de 2): Objetos Geométricos 30. Construção de gráfico de setores 31. Construção de gráfico de barras 32. GeoGebra e LaTeX
Módulo 8	<ol style="list-style-type: none"> 33. Lugar Geométrico 34. Resolução de um problema com Lugar Geométrico 35. Novas Ferramentas 36. Resolução de um problema com o comando Superfície 37. Resoluções dos problemas do módulo 6

Fonte: Adaptado conforme a 17ª edição do Curso de GeoGebra.

Para coletar as produções textuais dos cursistas, foram realizadas buscas utilizando a opção "*Pesquisa avançada*" disponível na interface do curso (Figura 10). Essa funcionalidade

permite a busca por termos em diferentes campos, como em qualquer lugar da mensagem, recorte temporal, autor, título da mensagem, frase exata e termos a serem excluídos na busca.

Figura 10 - Interface de busca nos fóruns.

Por favor inserir os termos para a busca em um ou mais dos seguintes campos:

Estas palavras podem ser contidas em qualquer lugar da mensagem

Esta frase exata deve fazer parte da mensagem

Estas palavras não devem ser incluídas

Estas palavras devem ser consideradas como palavras completas

As mensagens devem ser mais recentes que esta 1 janeiro 2000 00 00

As mensagens devem ser mais antigas que esta 18 setembro 2021 17 50

Escolher os fóruns para a busca Todos os fóruns

Estas palavras devem fazer parte do título

Este nome deve corresponder ao autor

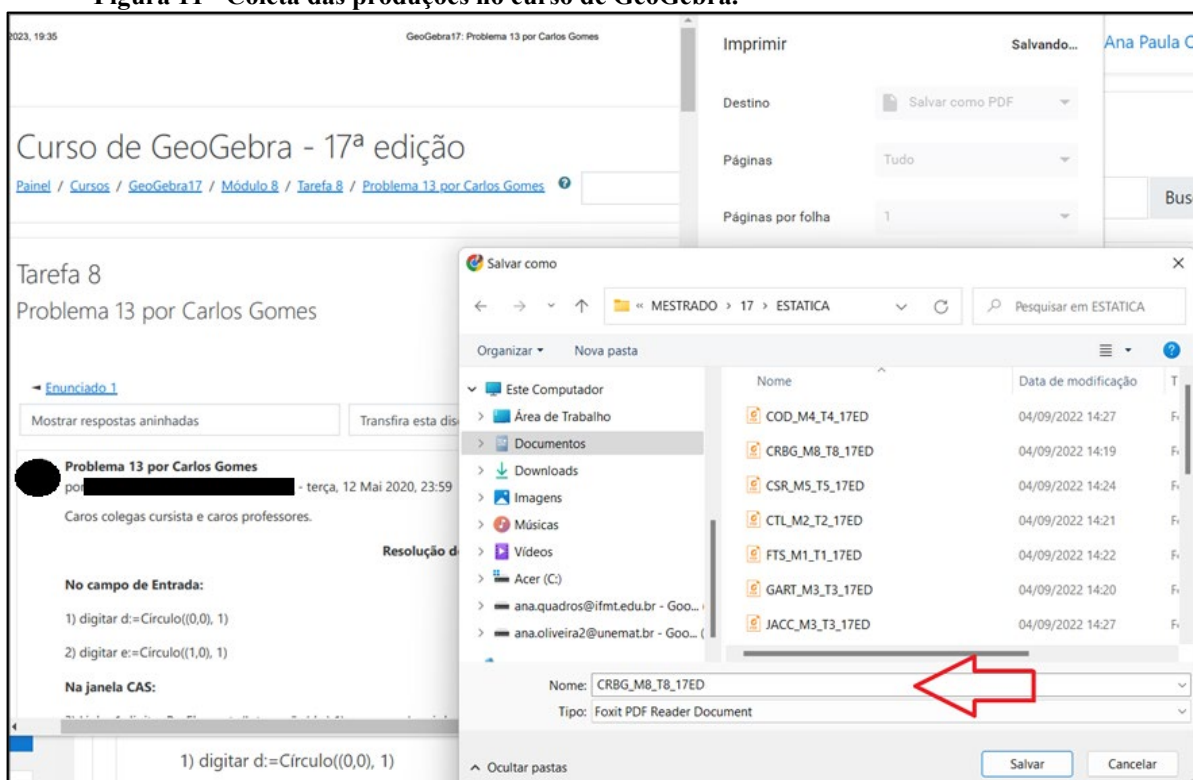
Pesquisar apenas discussões marcadas com estrela

Fonte: Elaborada pela autora

Na pesquisa avançada, foram utilizados diferentes descritores relacionados ao tema, como "Física", "mecânica", "Dinâmica", "Newton", "Cinemática", "Força" e "Estática", com o objetivo de obter o maior número de resultados possível. Ao visualizar os resultados, era possível acessar o contexto da mensagem e ver a postagem original do participante, juntamente com todas as interações dos demais participantes.

As produções textuais dos cursistas das duas edições pesquisadas foram exportadas no formato PDF. Ao salvar o arquivo, foram nomeadas as principais informações referentes à produção selecionada, como as iniciais do nome do cursista, o módulo, a tarefa e a edição do curso. Esses arquivos foram salvos em formato .PDF em uma pasta na área de documentos (Figura 11). Por exemplo, o arquivo da produção "CRBG_M8_T8_17ED" pertence a um cursista com as iniciais C.R.B.G, e foi coletado na tarefa 8 do módulo 8 na 17ª edição.

Figura 11 - Coleta das produções no curso de GeoGebra.



Fonte: Elaborada pela autora

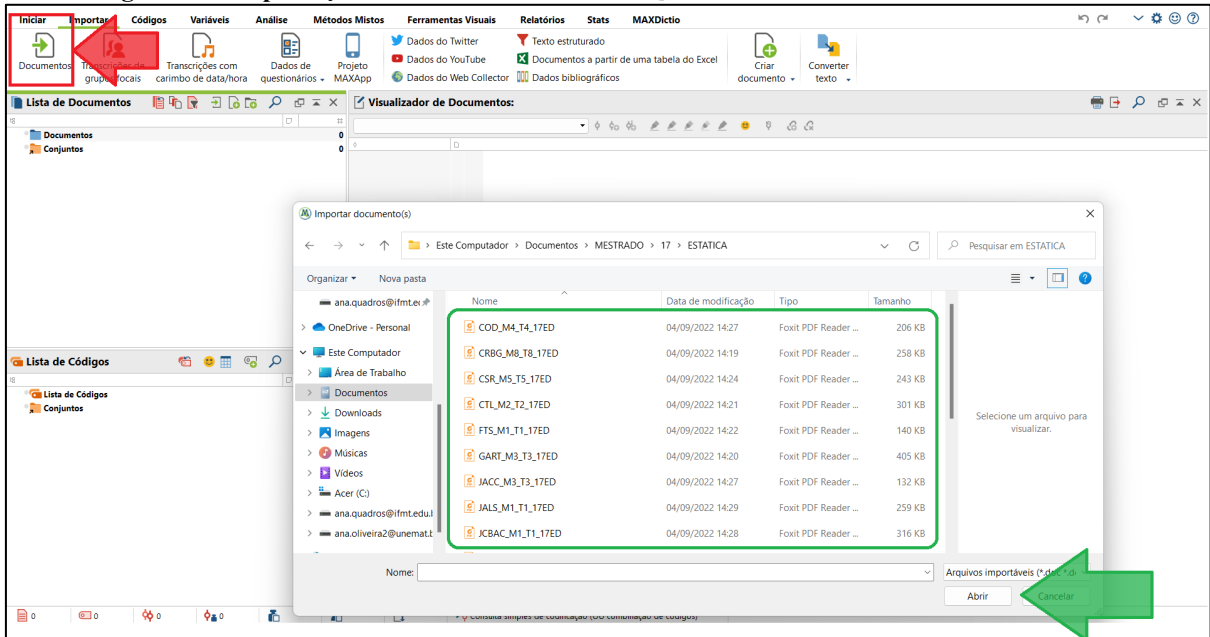
Na dissertação, as produções serão citadas sem referenciar suas iniciais para manter a privacidade, utilizando o termo “C” seguido por uma numeração aleatória, o módulo, a tarefa e a edição do curso, por exemplo produção “C12_M8_T8_17ED”.

Em relação às construções no GeoGebra, os arquivos no formato .ggb disponibilizados pelos cursistas foram abertos, e foi capturada uma imagem da tela do computador usando a tecla "PrtScr". Essas imagens foram salvas em formato PNG na mesma pasta de documentos, com o mesmo nome do arquivo da produção salvo em formato PDF.

Com esta organização foi possível classificar em ordem alfabética e analisar de forma sequenciada as propostas das produções e as imagens das construções no GeoGebra.

Com esses procedimentos, o *corpus* da pesquisa foi constituído por 803 produções dos cursistas, das quais 94 estão relacionadas à Física e 64 abordam conteúdos específicos da área de mecânica da Física. Todas as construções, interações e colaborações encontradas nos resultados foram importadas no *software* MAXQDA *Analytcs Pro 2018*, que permite a organização, recuperação e tratamento dos dados. As pastas com as produções coletadas foram importadas para o *software* MAXQDA por meio da opção "Importação" (indicada pela seta vermelha na Figura 12), selecionando todos os documentos da pasta e clicando no botão "Abrir" (indicado pela seta verde na mesma figura).

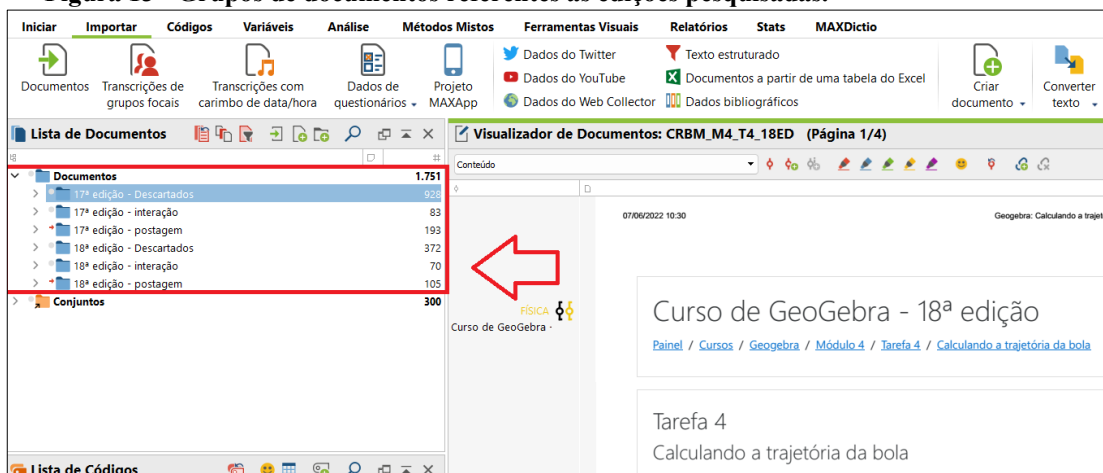
Figura 12 - Importação dos documentos no MaxQda.



Fonte: Elaborada pela autora

Os dados foram organizados na janela de documentos do MaxQda, inicialmente em duas pastas separadas: "17ª edição" e "18ª edição". Em cada pasta, foram adicionadas as produções dos participantes. Em seguida, cada produção postada foi analisada individualmente com o objetivo de selecionar aquelas que estavam de acordo com os objetivos da pesquisa. Como resultado, as duas pastas foram subdivididas em três grupos de documentos cada, totalizando seis pastas: "17ª edição - Descartados", "17ª edição - Interação", "17ª edição - Postagem", "18ª edição - Descartados", "18ª edição - Interação" e "18ª edição - Postagem" (Figura 13).

Figura 13 - Grupos de documentos referentes às edições pesquisadas.



Fonte: Elaborada pela autora

A Tabela 3 apresenta a quantidade de produções coletadas em cada edição pesquisada, bem como a quantidade de produções em cada grupo de documentos.

Tabela 3 - Quantidade de produções coletadas nas edições 17 e 18 do curso de GeoGebra.

Edição	Total de Produções	Grupo de Documentos - Descartados	Grupo de Documentos - Interação	Grupo de Documentos - Postagem
17 ^a	553	456	37	60
18 ^a	250	183	33	34

Fonte: Elaborada pela autora

Na 17^a edição foram coletadas um total de 553 produções, das quais 456 foram classificadas como "Descartadas", 37 como "Interação" e 60 como "Postagem". Na 18^a edição, foram coletadas 250 produções, sendo 70 "Descartadas", 120 "Interação" e 60 "Postagem".

Nas pastas "17^a edição – Descartados" e "18^a edição – Descartados", foram movidas as produções cujas palavras-chave estavam fora de contexto ou apresentavam outro sentido. Nas pastas "17^a edição – Interação" e "18^a edição – Interação", foram movidos os documentos cujas postagens não se tratavam de conteúdos relacionados à área da Física, mas que poderiam ser aplicados segundo as sugestões propostas pelos cursistas nas interações.

Assim, os grupos de documentos "17^a edição – Postagem" e "18^a edição – Postagem" foram selecionados para realizar a análise conforme o objetivo da pesquisa, totalizando 94 produções.

Após essa etapa, foram identificadas as possíveis áreas e os respectivos conteúdos da Física que poderiam ser abordados nas postagens, e foram criados os conjuntos de documentos correspondentes, conforme apresentado na Figura 14. Dessa forma, delimitamos a pesquisa com 64 produções dos cursistas, abordando diferentes conteúdos da área de mecânica da Física.

Figura 14 - Grupo de documentos organizados por área e conteúdo da Física.

The screenshot displays the GeoGebra software interface. At the top, there is a menu bar with options like 'Iniciar', 'Importar', 'Códigos', 'Variáveis', 'Análise', 'Métodos Mistos', 'Ferramentas Visuais', 'Relatórios', 'Stats', and 'MAXDictio'. Below the menu is a toolbar with icons for 'Novo projeto', 'Abrir projeto', 'Lista de Documentos', 'Lista de Códigos', 'Visualizador de Documentos', 'Lista de Codificações', 'Diário de bordo', and 'Trabalho em equipe'. The main area is divided into three panels. On the left is the 'Lista de Documentos' panel, which shows a hierarchical tree of documents. A red box highlights the 'Mecânica - Cinemática - Vetores' category, which has 126 documents. A red arrow points to this category. Below this is the 'Lista de Códigos' panel, showing a list of codes with 2,188 total items. On the right is the 'Visualizador de Documentos' panel, which displays the content of a selected document. The document is titled 'Curso de GeoGebra - 17ª' and contains a task titled 'Tarefa 2: Soma de dois Vetores - Representação de fenômenos na Física'. The task description includes a greeting and a request for a trigonometric relationship in a triangle.

Fonte: Elaborada pela autora

Após este procedimento, visando a seleção de produções específicas no *corpus* e assegurando que as análises realizadas estejam centradas nos objetivos da pesquisa e aptas a proporcionar percepções relevantes sobre o tema em questão, foi conduzido um processo de seleção e delimitação das produções coletadas.

Durante o processo de seleção, optamos por considerar dois critérios principais: a intenção declarada do cursista ao criar as produções e a densidade de unidades de sentido identificadas na etapa anterior.

Nesse contexto, utilizamos as produções da unidade de sentido “ensino médio”, pois são originadas de cursistas que expressaram o propósito de utilizar o GeoGebra no contexto do ensino de Física no ensino médio. Essa decisão visa aprofundar a compreensão do efeito prático das produções, considerando sua aplicação direta no ambiente educacional alvo.

Por fim, realizamos a análise da frequência das unidades de sentido identificadas nas categorias anteriores, por proporcionar uma riqueza maior de informações e possibilidades de análise.

Portanto, foram escolhidas duas produções, coincidentemente pertencentes ao mesmo cursista, para conduzir o processo de categorização, com o objetivo de estabelecer relações com as habilidades correspondentes da BNCC do Ensino Médio, alinhando-se à abordagem STEAM.

3.3 CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS

O processo de unitarização e categorização da Análise Textual Discursiva (ATD) foi iniciado com as produções dos cursistas das 17ª e 18ª edições do curso de GeoGebra, as quais foram organizadas em grupos de documentos na janela de documentos do software *MaxQda*.

Em consonância com os objetivos da pesquisa, primeiramente foram identificados os conteúdos abordados nas produções pelos cursistas e, em seguida, as codificações foram realizadas no *MaxQda*. No Quadro 2, apresentamos um recorte dos procedimentos adotados para a identificação das unidades de sentido e das subcategorias, de acordo com os temas trabalhados nas produções.

Quadro 2 - Procedimentos utilizados no processo de categorização por conteúdo.

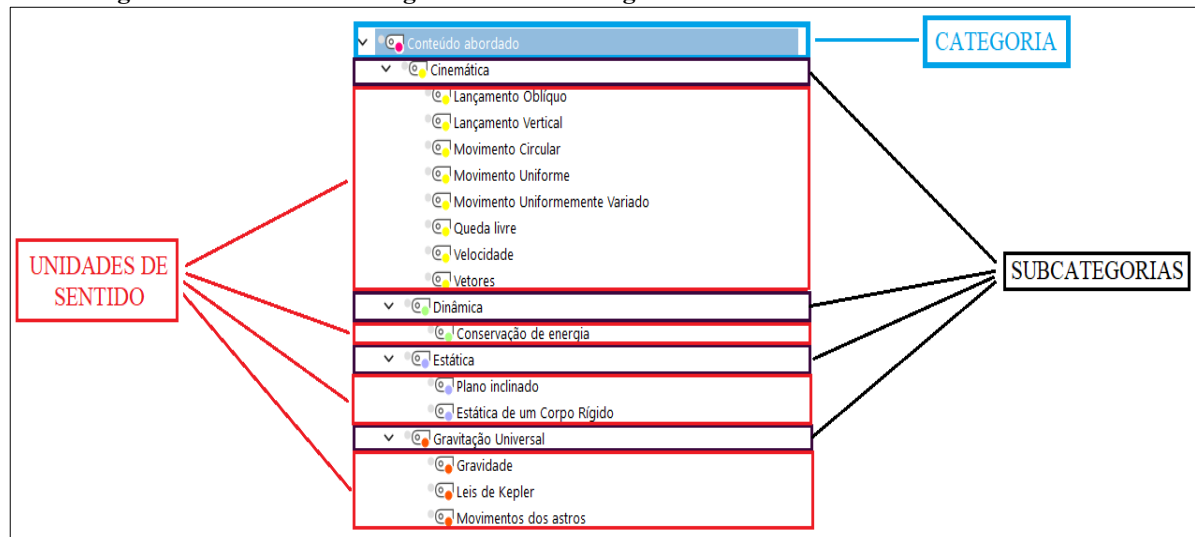
Identificação da Produção	Segmento	Unidades de sentido	Subcategorias
C798_M4_T4_18ED	Adaptei uma questão com o intuito de encontrar uma função que relaciona o movimento na horizontal com o movimento na vertical de uma bala de canhão (desprezando a força da resistência do ar), descrever a trajetória, a altura máxima e o alcance horizontal atingida pela bala	Lançamento Obliquo	Cinemática
C812_M8_T8_18ED	Vamos analisar 2 movimentos muito estudados na física, a queda livre e o lançamento vertical.	Lançamento Vertical Queda livre	
C551_M2_T2_17ED	A ideia é levar essa proposta para sala de aula e junto aos alunos realizar construções de relógios com o GeoGebra ao estudarmos movimento circular uniforme e/ou ao estudar medidas de ângulos formados por ponteiros de um relógio.	Movimento Circular	
C793_M4_T4_18ED	Prezados colegas e professores do curso, neste módulo realizei uma construção sobre MRU e MRUV que será aplicada após os alunos terem estudado e realizado exercícios desses tópicos, a fim de alcançar uma melhor interpretação dos conceitos da Cinemática	Movimento Uniforme Movimento Uniformemente Variado	
C534_M7_T7_17ED	Problema envolvendo velocidade média	Velocidade	
C813_M1_T1_18ED	Como essa construção envolve velocidade e distâncias acho que poderia ser interessante abordá-la em uma sala de aula de física por exemplo.	Velocidade	
C522_M2_T2_17ED	Realizei a construção de um sistema com dois vetores não perpendiculares entre si e utilizei o GeoGebra para determinar o vetor resultante utilizando as ferramentas do programa,	Vetores	
C555_M4_T4_17ED	Pretendo usar este arquivo como parte da explicação de conservação de energia na aula de Física do 1 EM como de mostração de como ela passa de Energia Cinética para Energia Potencial e Energia Potencial para Energia Cinética	Conservação de energia	Dinâmica

Identificação da Produção	Segmento	Unidades de sentido	Subcategorias
C801_M8_T8_18ED	Como sou professor tanto de matemática quanto de física, pretendo usar esta ferramenta em minhas aulas de física nas aulas em que preciso explicar como calcular o centro de massa de um corpo	Estática de um Corpo Rígido	Estática
C527_M1_T1_17ED	A ideia básica é fazer os alunos entenderem que a partir de um cubo podemos fazer um plano inclinado que é usado na Física.	Plano inclinado	
C540_M3_T3_17ED	Meu objetivo é usá-la para trabalhar aspectos básicos de astronomia em turmas de ciências do ensino fundamental, abordando conceitos como gravidade , translação, elipses e outros conceitos que possam ajudar nas provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), bem como na OBMEP, por exemplo.	Gravidade	Gravitação Universal
C496_M3_T3_17ED	Acho que também poderia ser mostrado como uma introdução à astronomia no ensino de física no ensino médio e também para trabalhar as leis de Kepler no estudo da gravitação dos planetas.	Leis de Kepler	
C536_M2_T2_17ED	Mas esta animação poderia ser utilizada para estudar posições relativas de circunferências na matemática ou uma aplicação interdisciplinar com a física, sobre movimentos dos astros .	Movimentos dos astros	

Fonte: Elaborado pela autora.

Através dos procedimentos de identificação, fragmentação, interpretação e agrupamento, foi construída na janela de códigos do *MaxQda* 2018 a primeira categoria de análise intitulada "Conteúdo abordado" (Figura 15).

Figura 15 - Sistema de códigos referente à categoria de análise "Conteúdo abordado".



Fonte: Elaborada pela autora baseada no *MaxQda* 2018.

Conforme a Figura 15, a categoria "Conteúdo abordado" é composta por quatro subcategorias e 14 unidades de sentido, que foram construídas durante o processo de fragmentação do *corpus* da pesquisa.

Após a leitura das produções coletadas, buscamos identificar e agrupar as diferentes orientações discursivas em relação ao uso do software GeoGebra em cada produção. O Quadro 3 apresenta um resumo dos métodos utilizados para codificar e criar subcategorias e unidades de sentido, relacionados às finalidades dos participantes do curso ao utilizar o GeoGebra para desenvolver suas produções.

Quadro 3 - Procedimentos utilizados no processo de categorização "Análise do uso do GeoGebra nas produções".

Nome do documento	Segmento	Subcategorias	Unidades de sentido
C812_M8_T8_18ED	(...) creio que ainda não seja acessível para todos os estudantes devido a grande desigualdade que enfrentamos em nosso país	Dificuldades para o uso do GeoGebra	Desigualdade social
C812_M8_T8_18ED	A atividade possui alguns fatores que podem dificultar sua implementação: por exemplo, a necessidade de um computador e também de um celular.		Disponibilidade de computador/celular
C522_M2_T2_17ED	Vejo que muito do problema da base curricular é a falta de formação e conhecimento dos professores mas também a indisponibilidade da utilização de muitos softwares nas escolas		Domínio com as ferramentas
C800_M4_T4_18ED	Como os dois assuntos são abordados no 1º ano do médio, e os alunos já tiveram uma base de ambos no 9º ano, eles já devem estar familiarizados com a maioria dos conceitos e poderão ampliar esse conhecimento a partir do geogebra.	Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra	Ampliar o conhecimento
C813_M1_T1_18ED	(...) a criatividade se supera com as possibilidades de possíveis caminhos que um ponto pode percorrer!		Criatividade
C793_M4_T4_18ED	(...) neste módulo realizei uma construção sobre MRU e MRUV que será aplicada após os alunos terem estudado e realizado exercícios desses tópicos, a fim de alcançar uma melhor interpretação dos conceitos da Cinemática.		Melhorar a compreensão
C793_M4_T4_18ED	Penso que essas animações facilitam bastante o aprendizado.	Objetivos e Aplicações	Animação
C794_M8_T8_18ED	Com essa atividade a minha intenção é facilitar a compreensão desse assunto pelos alunos, pois eles podem manipular as variáveis		Manipulação
C534_M7_T7_17ED	Essa construção vai facilitar muito a visualização e por isso eu pretendo utilizar essa construção para explicar o conteúdo		Visualização
C793_M4_T4_18ED	(...) neste módulo realizei uma construção sobre MRU e MRUV que será aplicada após os alunos terem estudado e realizado exercícios desses tópicos, a fim de alcançar uma melhor interpretação dos conceitos da Cinemática.	Limitações	Aplicação após a teoria
C548_M4_T4_17ED	A ideia é transmitir o arquivo em um retroprojetor onde consiga demonstrar o que irá acontecer com esse automóvel		Construção feita pelo professor
C536_M2_T2_17ED	A princípio, só fiz esta construção para treinar os comandos do Geogebra, sem intenção de construir algo prático para sala de aula	Uso Prático do GeoGebra	Exercitar
C794_M8_T8_18ED	Fiz uma Atividade para eu usar nas minhas aula.		Uso em sala de aula
C516_M4_T4_17ED	Tive uma experiência muito interessante com os alunos em uma outra atividade, quando pedi a eles para construir uma atividade no GeoGebra. Eles levaram algum tempo para desenvolver, mas os conceitos foram bem concretizado.	Vantagens do uso do GeoGebra	Interação
C781_M8_T8_18ED	A minha proposta é de uma atividade interdisciplinar envolvendo as disciplinas de Física e Matemática.		Interdisciplinaridade

Nome do documento	Segmento	Subcategorias	Unidades de sentido
C802_M1_T1_18ED	(...) a manipulação possibilitada pela ferramenta, pode tornar o processo de aprendizagem para o(a) aluno(a) mais interessante.		Interesse
C511_M7_T7_17ED	(...) diferença para essa questão em especial se dê pela resolução mais prática de equações no Geogebra (...)		Praticidade

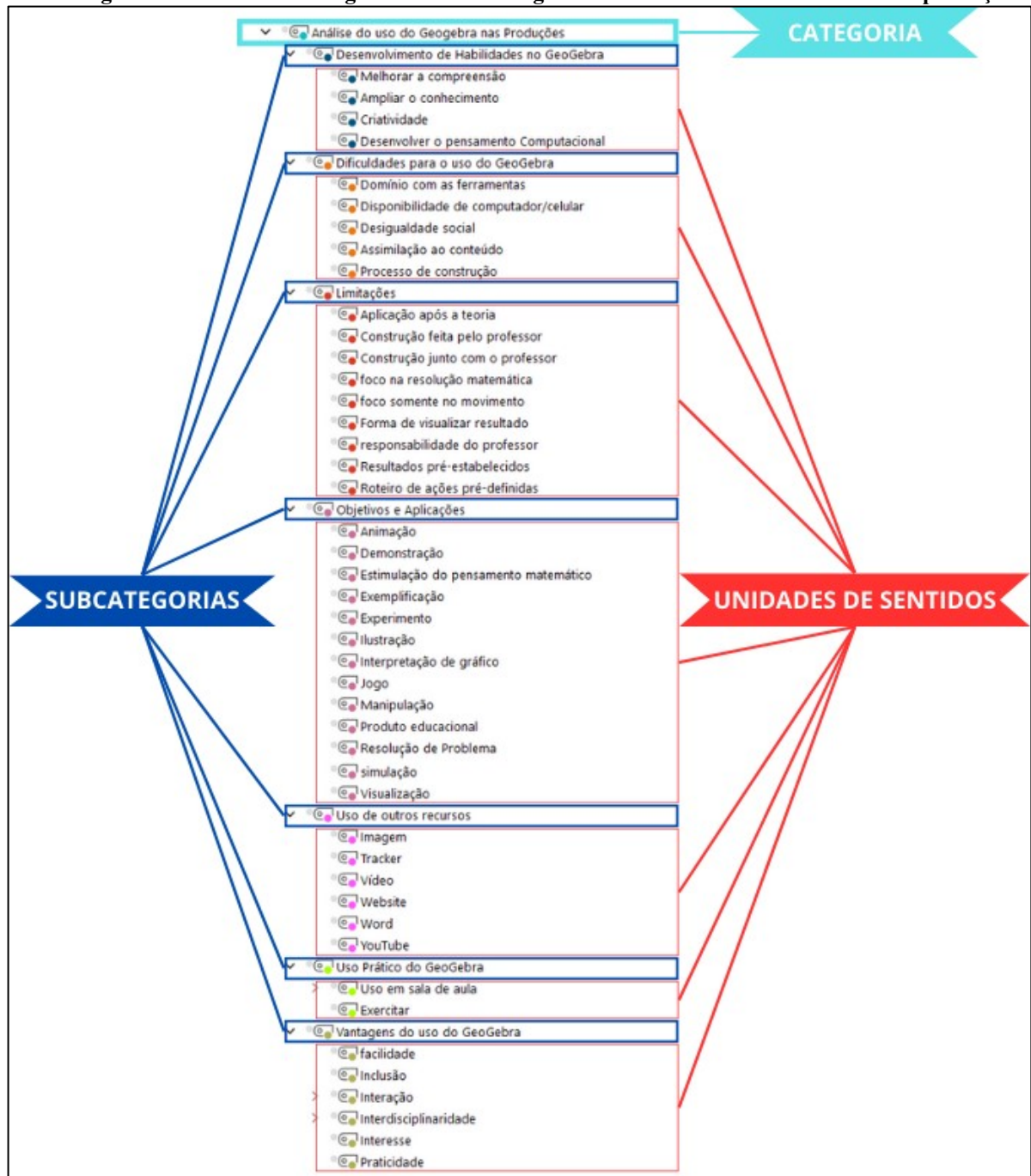
Fonte: Elaborada pela autora.

No Quadro 3, os trechos em destaque amarelo destacam os fragmentos de discurso que contribuíram para a identificação das produções dos cursistas, que foram incorporadas às unidades de sentido e subcategorias relacionadas à utilização do GeoGebra no desenvolvimento das produções de cada participante.

Seguindo os procedimentos anteriores (identificação, fragmentação, interpretação e agrupamento) mencionados no Quadro 3, foi criada na janela de códigos do MaxQda 2018 a segunda categoria de análise intitulada “Análise do uso do GeoGebra nas produções” (Figura 16).

De acordo com a Figura 16, a categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções” é composta por sete subcategorias e 45 unidades de sentido que emergiram do processo de fragmentação do *corpus* da pesquisa.

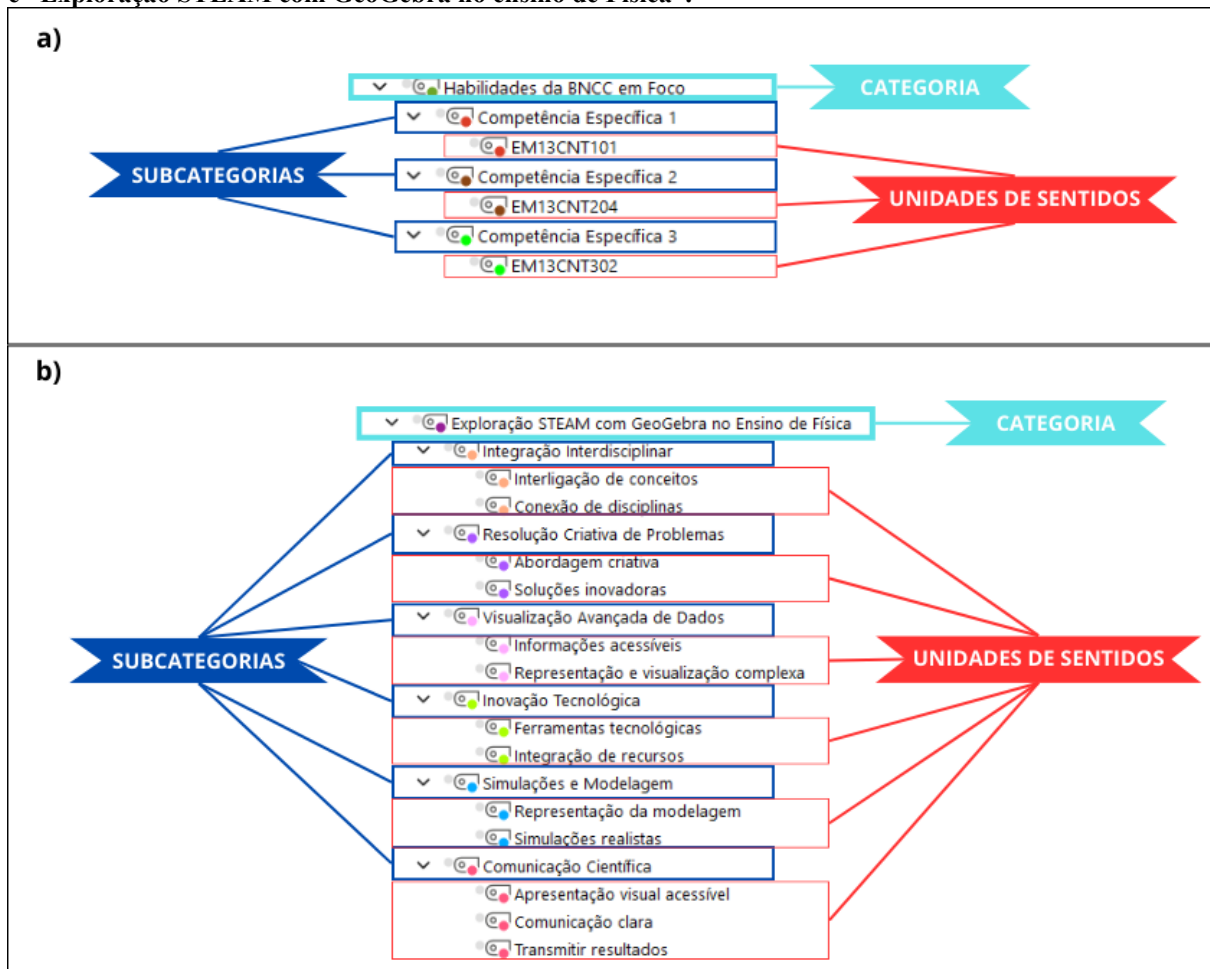
Figura 16 - Sistema de códigos referente à categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções”.



Fonte: Elaborada pela autora.

Com o propósito de estabelecer relações entre as produções dos cursistas, que abordam conteúdos de Física na área de mecânica, e as habilidades correspondentes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio, juntamente com a abordagem STEAM, foram criadas as categorias finais "Habilidades da BNCC em Foco" (Figura 17a) e "Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física"(Figura 17b). Essas categorias foram desenvolvidas na janela de códigos do MaxQda, seguindo os procedimentos de identificação, fragmentação, interpretação e agrupamento.

Figura 17 - Sistema de códigos referente às categorias de análise “Habilidades da BNCC em Foco” e “Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física”.



4 ANÁLISES E RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise e as discussões dos dados resultantes desta pesquisa de natureza qualitativa, cujo objetivo foi identificar, analisar e compreender as produções na área de mecânica da Física das edições 17 e 18 do curso *online* de GeoGebra que podem ser articuladas com as habilidades correlatas da BNCC do Ensino Médio, em conformidade com a abordagem STEAM.

O *corpus* da pesquisa foi constituído pelas produções dos cursistas do curso online de GeoGebra voltadas para a área de mecânica da Física, coletadas na base de dados das edições 17 e 18 do curso online de GeoGebra, por meio da ferramenta de coleta de dados do *MaxQda* (*Web Collector*).

Na análise das produções coletadas, foram utilizadas as três fases principais da Análise Textual Discursiva (ATD), conforme apresentadas por Moraes e Galiazzi (2016), com o auxílio do software de análise qualitativa *MaxQda* 2018:

1. Desmontagem dos textos (processo de unitarização) - no *software*, esse processo foi realizado por meio da codificação dos fragmentos de discurso.
2. Estabelecimento de relações (processo de categorização) - no *software*, esse processo foi realizado com a criação de camadas de códigos que possuem similaridades.
3. Captação do novo emergente (criação dos metatextos) - no *software*, foi possível potencializar essa etapa por meio da criação de "anotações" durante o processo de unitarização e categorização.

No Quadro 4, é exibida a estrutura de análise dos dados em categorias, subcategorias e unidades de sentido, construída com o auxílio da ATD e do *software MaxQda* 2018.

A escolha da sequência de apresentação das categorias de análise, conforme mostrado no Quadro 4, representa uma direção de leitura que visa alcançar o objetivo da pesquisa. Primeiramente, buscamos mapear os conteúdos abordados nas produções coletadas. Em seguida, foi focado o uso do GeoGebra no desenvolvimento dessas produções. Por fim, foram identificadas e articuladas as produções na área de mecânica da Física com as habilidades correlatas da BNCC do Ensino Médio e os pilares do STEAM.

O projeto utilizado na pesquisa está disponível nos Apêndices (Apêndice I), contendo todas as produções que foram articuladas com as três categorias de análise. Pode ser acessado gratuitamente por meio do MaxQda Reader¹ para visualização e manipulação.

Quadro 4 - Estrutura de análise dos dados.

Categorias	Subcategorias	Unidades de Sentido	
Conteúdo abordado	Cinemática	Lançamento Oblíquo	
		Lançamento vertical	
		Movimento circular	
		Movimento Uniforme	
		Movimento Uniformemente Variado	
		Queda livre	
		Velocidade	
		Vetores	
	Dinâmica	Conservação de Energia	
	Estática	Plano Inclinado	
		Estática do Corpo Rígido	
	Gravitação	Gravidade	
		Leis de Kepler	
Movimentos dos astros			
Ampliar o conhecimento			
Criatividade			
Análise do uso do GeoGebra nas produções	Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra	Desenvolver o pensamento computacional	
		Melhorar a compreensão	
		Objetivos e Aplicações	Animação
			Demonstração
	Estimulação do pensamento matemático		
	Exemplificação		
	Experimento		
	Ilustração		
	Interpretação de gráfico		
	Jogo		
	Manipulação		
	Produto educacional		
	Resolução de problema		
	Simulação		
	Visualização		
	Limitações	Aplicação após a teoria	
		Construção feita pelo professor	
		Construção junto com o professor	
		Foco na resolução matemática	
		Foco somente no movimento	
		Forma de visualizar resultado	
		Responsabilidade do professor	
	Resultados pré-estabelecidos		

¹ Disponível em: <https://www.maxqda.com/products/maxqda-reader>

Categorias	Subcategorias	Unidades de Sentido
	Uso Prático do GeoGebra	Roteiro de ações pré-definidas
		Exercitar
		Uso em sala de aula
	Uso de outros recursos	Imagem
		Tracker
		Vídeo
		Website
		Word
		Youtube
	Vantagens do uso do GeoGebra	Facilidade
		Inclusão
		Interação
		Interdisciplinaridade
		Interesse
		Praticidade
	Dificuldades para o uso do GeoGebra	Assimilação ao conteúdo
		Desigualdade social
		Disponibilidade de computador/celular
		Domínio com as ferramentas
Processo de construção		
Habilidades da BNCC em Foco	Competência Específica 1	EM13CNT101
	Competência Específica 2	EM13CNT204
	Competência Específica 3	EM13CNT302
Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física	Comunicação Científica	Apresentação visual acessível
		Comunicação clara
		Transmitir resultados
	Inovação Tecnológica	Ferramentas tecnológicas
		Integração de recursos
	Integração Interdisciplinar	Conexão de disciplinas
		Interligação de conceitos
	Resolução Criativa de Problemas	Abordagem criativa
		Soluções inovadoras
	Simulações e Modelagem	Representação da modelagem
		Simulações
	Visualização Avançada de Dados	Informações acessíveis
Representação e visualização de dados complexos		

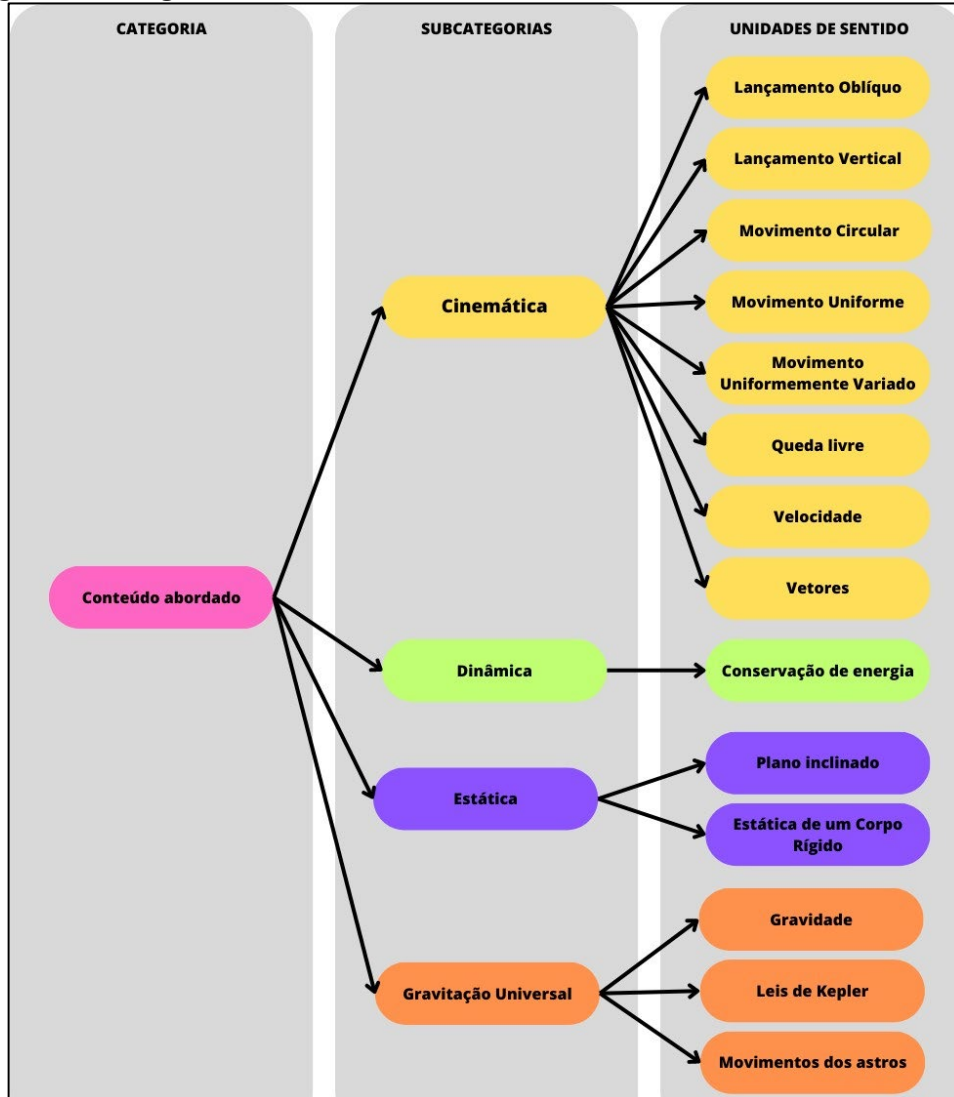
Fonte: Elaborado pela autora.

4.1 CATEGORIA 1: CONTEÚDO ABORDADO

A primeira categoria foi desenvolvida para mapear os conteúdos abordados nas produções coletadas das edições 17 e 18 do curso de GeoGebra. Essa categoria desempenhou um papel significativo na organização e análise das produções, permitindo separá-las de acordo com o objeto de conhecimento em ênfase.

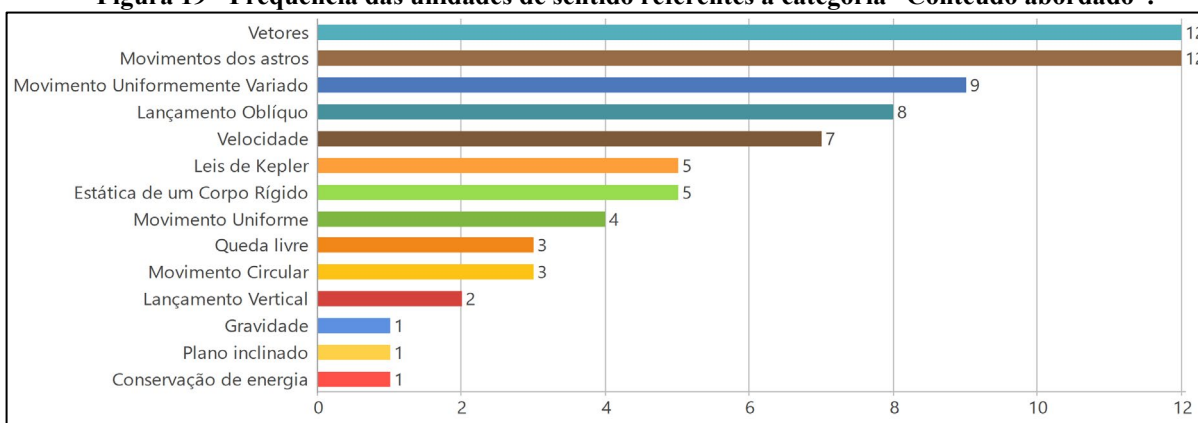
A Figura 18 exibe a categoria “Conteúdo abordado” juntamente com suas respectivas subcategorias e unidades de sentido. É composta por quatro subcategorias e quatorze unidades de sentido, que foram construídas durante o processo de fragmentação do *corpus* da pesquisa.

Figura 18 - Categoria “Conteúdo abordado”.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 19 é apresentada a frequência de cada unidade de sentido das subcategorias “Cinemática”, “Dinâmica”, “Estática” e “Gravitação Universal”.

Figura 19 - Frequência das unidades de sentido referentes à categoria “Conteúdo abordado”.

Fonte: Elaborado pela autora utilizando *MaxQda* 2018.

Com base na Figura 19, é possível constatar que nas produções dos cursistas há uma maior frequência de conteúdos relacionados à Cinemática e Gravitação Universal, mais especificamente cálculo de vetores, Movimento Uniformemente Variado e Movimento dos astros no Sistema Solar. Por outro lado, observamos uma menor frequência de produções voltadas para os conteúdos de Dinâmica e Estática.

Vetores predominaram nas produções da tarefa do módulo 1, movimento dos astros no módulo 2 e Movimento Uniformemente Variado no módulo 4. As tarefas dos módulos 1, 2 e 4 possibilitaram a exploração desses conteúdos específicos, visto que os cursistas foram orientados a realizar construções no GeoGebra, integrando os recursos abordados nos módulos correspondentes.

Além disso, em relação ao objetivo do curso, buscamos possibilitar a produção de conhecimentos sobre o *software* e fomentar discussões tematizando a educação matemática. Nessa perspectiva, ao analisar os conteúdos em um livro didático ou em uma apostila de Matemática do ensino médio, percebemos que esses conteúdos são trabalhados de forma interdisciplinar com a Física.

Quanto às produções envolvendo os vetores, é importante notar que o GeoGebra permite a criação de representações gráficas de vetores e a interação com essas representações, facilitando a compreensão visual de conceitos como magnitude, direção e sentido dos vetores, bem como suas operações (soma, subtração, produto escalar, produto vetorial).

Do mesmo modo, os movimentos dos astros, como planetas em órbita, podem ser modelados usando equações matemáticas no GeoGebra, proporcionando aos alunos uma plataforma para criar modelos e simulações desses movimentos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis.

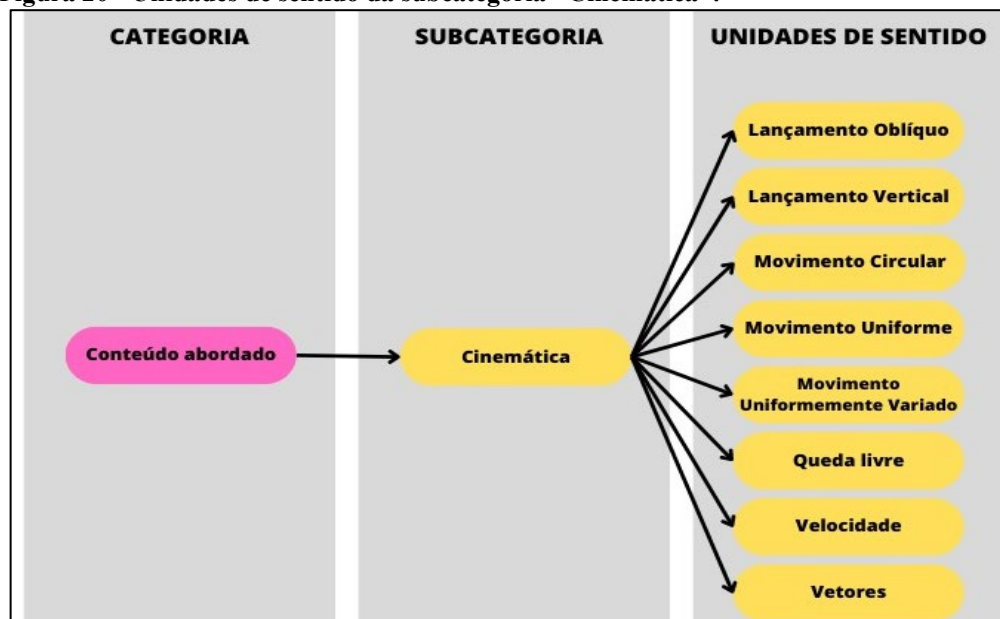
Já sobre o Movimento Uniformemente Variado (MUV), o GeoGebra possibilita a plotagem e visualização de gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo, o que auxilia os alunos a entenderem as características do MUV, como a aceleração constante e a relação entre as grandezas. O GeoGebra permite a criação de animações que representam o movimento de corpos sujeitos ao MUV, destacando como as variáveis mudam ao longo do tempo, possibilitando a compreensão das interações entre essas grandezas no contexto do MUV.

4.1.1 Subcategoria “Cinemática”

A subcategoria “Cinemática” foi construída a partir da constatação de indícios (fragmentos de discurso) nas produções coletadas, referentes à utilização de oito conceitos físicos. Esses conceitos foram definidos com base na interpretação deles como unidades de sentido. São eles: “Lançamento Oblíquo”, “Lançamento Vertical”, “Movimento Circular”, “Movimento uniforme”, “Movimento uniformemente variado”, “Queda Livre”, “Velocidade” e “Vetores” (Figura 20).

A primeira unidade de sentido da subcategoria “Cinemática” é o “Lançamento Oblíquo” (Figura 20). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que denotam referências à utilização de um movimento que combina partes vertical e horizontal.

Figura 20 - Unidades de sentido da subcategoria "Cinemática".



Fonte: Elaborado pela autora.

No excerto da produção do cursista C539_M4_T4_17ED, apresentado na Figura 21, são exemplificados os procedimentos utilizados para identificar as produções que compuseram a unidade de sentido “Lançamento Oblíquo”.

Figura 21 - Excerto da produção do cursista C539_M4_T4_17ED que faz referência ao uso do lançamento oblíquo.

Vestibular UfsCar-SP - Função do 2º Grau
por - domingo, 12 Abr 2020, 10:46

Olá colegas e professores, selecionei esse exercício presente na prova de vestibular da Universidade Federal de São Carlos (UfsCar-SP), sobre função do 2º grau, que nos traz o seguinte enunciado:

(UfSCar-SP) Uma bola, ao ser chutada num tiro de meta por um goleiro, numa partida de futebol, teve sua trajetória descrita pela equação $h(t) = -2t^2 + 8t$ ($t \geq 0$), onde t é o tempo medido em segundo e $h(t)$ é a altura em metros da bola no instante t . Determine, após o chute:

- o instante em que a bola retornará ao solo.
- a altura atingida pela bola.

Para resolver, realizei os seguintes passos no GeoGebra.

- No campo Entrada, digitei a seguinte função, $h(t) = -2t^2 + 8t, t \geq 0$.
- Na ferramenta exibir, selecionei a opção Planilha.
- Com a planilha aberta digitei nas seguintes colunas, A1= "t(segundos)", "B1=h(metros)".
- Em A2 digitei =0, em A3 digitei =A2+1 selecionei essa caixa (A3) e arrastei até A12.
- Em B2 digitei h(A2), selecionei essa caixa e arrastei até B12.
- Selecionei a planilha, e cliquei na ferramenta criar planilha.

Por essa planilha gerada, temos as respostas das duas perguntas, o item A) é o instante em que a bola retorna ao solo, ou seja, em que $h=0$, para isso, temos dois valores, o valor do início de onde a bola é chutada, e o momento em que $t=4$, logo, a bola retorna ao solo no instante de 4 segundos. Para o item B), ele pede a altura máxima que a bola atinge, ou seja, o ponto máximo, para isso basta olhar a planilha e ver onde h é maior, ou seja, onde $h=8$ e $t=2$, logo a altura é de 8 metros.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Conforme mostrado na Figura 21, os grifos indicam os fragmentos de discurso que evidenciam o lançamento oblíquo na produção do cursista C539_M4_T4_17ED. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas oito produções relacionadas ao lançamento oblíquo.

A segunda unidade de sentido da subcategoria “Cinemática” é o “Lançamento vertical” (Figura 20). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que denotam referências a um arremesso de um corpo para cima, com velocidade inicial na direção vertical.

Na Figura 22, é exibido o excerto da produção do cursista C812_M8_T8_18ED, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram a unidade de sentido “Lançamento Vertical”.

Figura 22 - Excerto da produção do cursista C812_M8_T8_18ED que faz referência ao uso do lançamento vertical.

Utilizando o Tracker e o Geogebra.
 por - sábado, 3 Abr 2021, 09:58

Olá pessoal, bom dia.

Para esta última atividade proponho um experimento físico.

Vamos analisar 2 movimentos muito estudados na física, a queda livre e o lançamento vertical. Creio que não conseguiremos precisões laboratoriais, mas será interessante utilizarmos um programa que é muito usado em física. O programa que utilizaremos em nosso experimento se chama Tracker, evidentemente também utilizaremos o Geogebra.

No link abaixo, do Geogebra, realizei o experimento de queda livre, através de 2 vídeos curtos, para exemplificar os passos que devem ser realizados no experimento.

Depois na própria atividade proponho que os alunos façam o experimento de lançamento vertical, contudo, é verdade que poderá ser um pequeno lançamento oblíquo, mas não vamos nos preocupar com especificidades físicas, queremos dar um enfoque para análise matemática do problema.

Obs.

A atividade possui alguns fatores que podem dificultar sua implementação: por exemplo, a necessidade de um computador e também de um celular. A instalação do software Tracker, parece não ser um empecilho, mas se o computador tiver um processador muito ultrapassado, talvez não seja possível realizar. Considero que esta atividade é ideal para ser realizada em ambiente presencial, inclusive no laboratório de informática.

Link da atividade: <https://www.geogebra.org/m/fzcdwyht>

Fonte: Base de dados da 18ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Na Figura 22, os grifos indicam os fragmentos de discurso que demonstram indícios de conceitos de Lançamento vertical na produção do cursista C812_M8_T8_18ED. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas duas produções relacionadas ao Lançamento vertical.

O “Movimento Circular” é a terceira unidade de sentido da subcategoria “Cinemática” (Figura 20). Nesta unidade de sentido, buscamos articular as produções que evidenciam o uso de grandezas angulares, como deslocamento angular, velocidade angular e aceleração angular.

Na Figura 23, é exibido o excerto da produção do cursista C525_M2_T2_17ED, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que constituíram a unidade de sentido “Movimento Circular”. O grifo na Figura 23 indica o fragmento de discurso que explicita a utilização do conceito de movimento circular na produção do cursista C525_M2_T2_17ED. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas três produções relacionadas ao Movimento Circular.

Figura 23 - Excerto da produção do cursista C525_M2_T2_17ED que faz referência ao uso do movimento circular.

Animação de Bike trocando marchas.
por - quinta, 26 Mar 2020, 05:45

Olá pessoal !

Diferentemente da [tarefa 1](#), como agora podemos usar mais comandos, fiz a simulação de uma bike trocando de marchas onde, pode-se regular as dimensões da roda, pedivela, cassete e ritmo de pedalada. Assim, a velocidade real será simultaneamente fornecida para a relação de marchas e dimensões desejada. Portanto, é o mesmo princípio adotado por velocímetros de bicicletas em geral.

Para que os detalhes ficassem mais fáceis de se entender (que não são poucos), fiz a digitação no Word, incluindo os ícones de cada função empregada OK.

No youtube, também se encontra esta animação que fiz há alguns meses com alguns professores da rede da minha cidade onde fui instrutor. Espero que gostem !!

Animação de uma Bicicleta trocando de marcha e suas respectivas velocidades

Passos da Construção

Obs.: Use a figura abaixo como base para compreensão das instruções.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

O "Movimento Uniforme" é a quarta unidade de sentido da subcategoria "Cinemática" (Figura 20). Nesta unidade de sentido, buscamos articular as produções que denotam referências a um móvel em deslocamento com uma velocidade constante, ou seja, quando esse móvel está em um movimento uniforme (MU).

Na Figura 24, é apresentado o excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED, que exemplifica os procedimentos utilizados para identificar as produções que compõem a unidade de sentido "Movimento Uniforme".

Figura 24 - Excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED que faz referência ao uso do movimento uniforme.

Movimento Retilíneo Uniforme – QUESTÃO DE ENCONTRO E ULTRAPASSAGEM
 por - domingo, 12 Abr 2020, 20:20

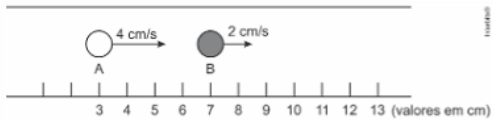
Olá caros cursistas e professores!

Dessa vez fiz algo não muito complexo, mas era uma questão que já queria ter usado em outro momento, não como fiz agora, mas enfim.

Para a [tarefa 1](#) proposta no módulo 4, escolhi a questão abaixo para ser realizada pelo GEOGEBRA. (Desconsidere a parte em vermelho que diz "Exercício resolvido em vídeo")

Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.

1. (G1 – cftmg 2008) Duas esferas A e B movem-se ao longo de uma linha reta, com velocidades constantes e iguais a 4 cm/s e 2 cm/s. A figura mostra suas posições num dado instante.



A posição, em cm em que A alcança B é

Exercício resolvido em vídeo

a) 4.
 b) 8.
 c) 11.
 d) 12.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Os grifos na Figura 24 indicam os fragmentos de discurso que comprovam a utilização dos conceitos de Movimento Uniforme na produção do cursista C506_M4_T4_17ED. Seguindo tais procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas quatro produções relacionadas ao Movimento Uniforme.

O "Movimento Uniformemente Variado" é a quinta unidade de sentido da subcategoria "Cinemática" (Figura 20). Nesta unidade de sentido, buscamos articular as produções que evidenciam um movimento onde há variação de velocidade, ou seja, o móvel sofre aceleração à medida que o tempo passa.

Na Figura 25, é mostrado o excerto da produção do cursista C553_M4_T4_17ED, que exemplifica os procedimentos utilizados para identificar as produções que integraram a unidade de sentido "Movimento Uniformemente Variado".

Figura 25 - Excerto da produção do cursista C553_M4_T4_17ED que denota a abordagem do movimento uniformemente variado.

Movimento retilíneo uniformemente variado no geogebra
por - sexta, 10 Abr 2020, 11:39

A atividade proposta pelo módulo me deu uma ideia de estudo de um conteúdo matemático interdisciplinar muito importante, e que o geogebra é excelente como facilitador na visualização e até mesmo para conferir as respostas das questões, que é o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), na física.

Utilizei, 2 questões para realizar a minha construção, que futuramente poderá ser útil para a realização de outras atividades, se tornando bastante praticável em sala de aula. As questões são as seguintes:

1) Um móvel parte do repouso e desenvolve uma aceleração constante de 3 m/s^2 durante 4 segundos. O deslocamento desse móvel foi de:

a) 12,0 m
b) 24,0 m
c) 22,0 m
d) 18,0 m
e) 30,0 m

e

Certo móvel, inicialmente na velocidade de 3 m/s , acelera constantemente a 1 m/s^2 até se distanciar 4 m de sua posição inicial. O intervalo de tempo decorrido até o término desse deslocamento foi de:

a) 4,0 s
b) 1,0 s
c) 3,0 s
d) 5,0 s
e) 2,5 s

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Conforme mostrado na Figura 25, os grifos indicam os fragmentos de discurso que evidenciam a abordagem do Movimento Uniformemente Variado na produção do cursista. Dentre as produções coletadas, somente nove abordaram o conteúdo de Movimento Uniformemente Variado.

A sexta unidade de sentido da subcategoria “Cinemática” é o “Queda Livre” (Figura 20). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que denotam referências a um arremesso de um corpo para baixo, cujo movimento é acelerado positivamente.

Na Figura 22, é apresentado o excerto da produção do cursista C812_M8_T8_18ED, que também exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram a unidade de sentido “Queda Livre”.

Os grifos na Figura 22 também indicam os fragmentos de discurso que demonstram indícios de conceitos de Lançamento em Queda livre na produção do cursista C812_M8_T8_18ED. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas duas produções relacionadas à Queda Livre.

A "Velocidade" constitui a sétima unidade de sentido na subcategoria "Cinemática" (Figura 20). Nesta unidade de sentido, buscamos articular as produções que evidenciam a relação entre o deslocamento de um corpo em determinado tempo, considerando somente a grandeza que mede o quão rápido um corpo se desloca.

Figura 26 - Excerto da produção do cursista C534_M7_T7_17ED que denota a abordagem sobre velocidade.

Ensinando Física com o auxílio do Geogebra
 por _____ - domingo, 3 Mai 2020, 17:32

Problema envolvendo velocidade média.

Um trem de 150 m de comprimento atravessa uma ponte em 35 segundos. A velocidade do trem é de 36km/h. Qual o comprimento da ponte?

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

No excerto da produção do cursista C534_M7_T7_17ED, apresentado na Figura 26, são exemplificados os procedimentos utilizados para identificar as produções relacionadas à unidade de sentido "Velocidade".

Os grifos indicam os fragmentos de discurso que demonstram a utilização do conceito de velocidade na produção do cursista. Entre as produções coletadas, a velocidade foi abordada em sete casos.

Os "Vetores" representam a oitava e última unidade de sentido na subcategoria "Cinemática" (Figura 20). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que evidenciam o conceito e operações envolvendo vetores.

Na Figura 27, é apresentado o excerto da produção do cursista C558_M1_T1_17ED, o qual denota a abordagem de Vetores.

Figura 27 - Excerto da produção do cursista C558_M1_T1_17ED que denota a abordagem de vetores.

Posição relativa entre vetores
 por _____ - domingo, 22 Mar 2020, 22:49

boa noite,

Motivado em auxiliar no estudo de posição relativa entre vetores, geralmente visto em geometria analítica, faremos a seguinte construção:

- 1- Dados dois vetores, u e v , os quais queremos analisar as posições relativas.
- 2 - Foram construídas as retas que passam por u e v .
- 3 - Apesar de que, em aulas de geometria, analítica são explicados métodos analíticos para verificar as posições relativas entre vetores, sempre bom ver também geometricamente a eficiência desses métodos, após as construções das retas, já é possível ver, neste caso, que as retas não são nem paralelas, nem perpendiculares, mas ainda é possível confirmar essa afirmação.
- 4 - Criando uma reta perpendicular a v , podemos analisar a posição relativa entre esta última reta gerada, e a reta q que passa por u para concluir que u e v não são nem perpendiculares, nem paralelas

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

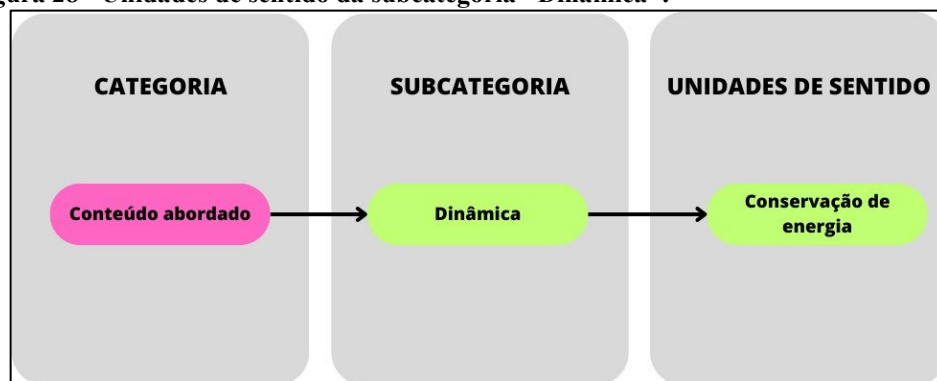
No excerto da produção do cursista C558_M1_T1_17ED, são exemplificados os procedimentos utilizados para identificar as produções relacionadas à unidade de sentido "Vetores".

Os grifos indicam os fragmentos de discurso que demonstram a utilização de vetores na produção do cursista. Dessa forma, foram identificadas 12 produções dentre as coletadas, sendo a de maior frequência na subcategoria "Cinemática".

4.1.2 Subcategoria "Dinâmica"

A subcategoria "Dinâmica" foi construída a partir da constatação de indícios (fragmentos de discurso) em uma das produções coletadas, que relacionou força e movimento. Nesse contexto, foi criada a única unidade de sentido dessa subcategoria "Conservação de Energia" (Figura 28).

Figura 28 - Unidades de sentido da subcategoria "Dinâmica".

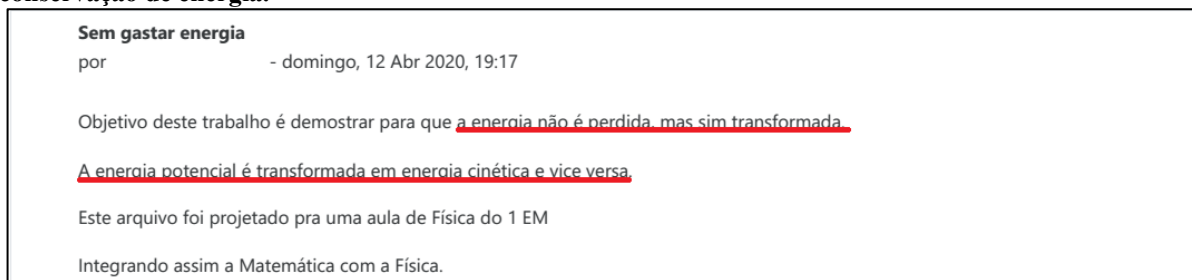


Fonte: Elaborado pela autora.

Nesta unidade de sentido, traz referências a conservação de energia, como a equação da conservação da energia mecânica. Além disso, que fazem interações entre diferentes formas de energia, como energia cinética, energia potencial gravitacional, energia elástica etc.

Na Figura 29, é apresentado o excerto da produção do cursista C555_M4_T4_17ED, que exemplifica o procedimento de utilizado na identificação da unidade de sentido "Conservação de Energia".

Figura 29 - Excerto da produção do cursista C555_M4_T4_17ED que denota a abordagem da conservação de energia.



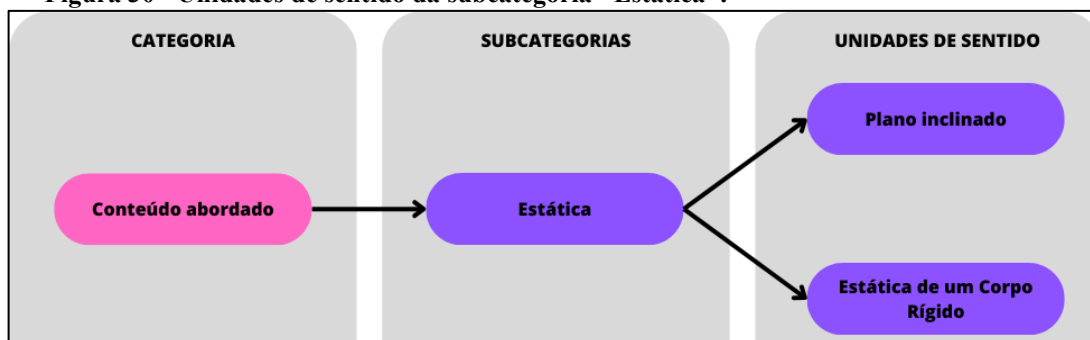
Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Os grifos indicam os fragmentos de discurso que demonstram a identificação da abordagem do conteúdo na produção do cursista.

4.1.3 Subcategoria “Estática”

A subcategoria “Estática” foi construída a partir da interpretação de fragmentos de discurso nas produções coletadas referentes aos conceitos de “Plano Inclinado” e “Estática de um corpo rígido”, sendo essas as unidades de sentido (Figura 30).

Figura 30 - Unidades de sentido da subcategoria "Estática".



Fonte: Elaborado pela autora.

Na unidade de sentido “Plano Inclinado” (Figura 30) buscamos articular as produções que denotam referências às forças que atuam sobre um corpo em um plano inclinado.

No excerto da produção do cursista C527_M1_T1_17ED, apresentado na Figura 31, é exemplificado o procedimento utilizado para identificar a unidade de sentido.

Figura 31 - Excerto da produção do cursista C527_M1_T1_17ED que denota referência à utilização de Plano Inclinado.

construção de um cubo
 por - domingo, 22 Mar 2020, 17:36
 Boa tarde caros colegas e professores, a minha ideia foi construir um cubo e a partir dele fazer um plano inclinado, para isto usei as seguintes ferramentas:
 1- seleccionei a ferramenta ponto;
 2- sleccionei a ferramenta reta, mais precisamente segmento de reta
 3- depois desloquei o A e E do cubo para construir o plano inclinado A,B,F,E
A ideia básica é fazer os alunos entenderem que a partir de um cubo podemos fazer um plano inclinado que é usado na Física.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Conforme mostrado na Figura 31, o grifo indica o fragmento de discurso na produção do cursista C527_M1_T1_17ED que evidencia o uso do plano inclinado em Física, sendo a única produção identificada, interpretada e codificada relacionada à presente unidade de sentido.

A outra unidade de sentido da subcategoria “Estática” é a “Estática de um corpo rígido” (Figura 30). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que envolve conceitos relacionados às forças atuando em um corpo rígido.

Na Figura 32, é exibido o excerto da produção do cursista C801_M8_T8_18ED, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram a unidade de sentido “Estática de um corpo rígido”.

Figura 32 - Excerto da produção do cursista C801_M8_T8_18ED que aborda o conceito de centro de massa.

Nova ferramenta no Geoqebra
 por - sábado, 3 Abr 2021, 03:13
 Boa noite, como atividade desenvolvi uma nova ferramenta que cria um triângulo e localiza o vetor paralelo ao eixo y que passa pelo baricentro desse triângulo. Como sou professor tanto de matemática quanto de física, pretendo usar esta ferramenta em minhas aulas de física nas aulas em que preciso explicar como calcular o centro de massa de um corpo. Como esse triângulo pode ter sua área modificada a partir da mudança de coordenadas de quaisquer dos vértices, será possível que os alunos verifiquem visualmente e de forma rápida como o centro de massa de um corpo muda de local se o corpo sofrer alguma deformação. Vou enumerar os passos para a construção da nova ferramenta.

1. Ao abrir o Geogebra, escolhi, na barra de ferramentas, o ícone polígono;
2. Na janela de visualização, criei um triângulo t1, escolhendo três pontos (A, B, C);
3. Na barra de ferramentas, cliquei no ícone ponto e escolhi a função "Ponto médio ou Centro" e cliquei, na janela de visualização, em cada um dos três lados do triângulo encontrando assim, o ponto médio de cada lado;
4. Na barra de ferramentas, cliquei no ícone Reta e escolhi a função "Segmento". Fui na janela de visualização e criei segmentos que ligassem o ponto médio de cada lado do triângulo ao vértice oposto a este lado (Medianas);
5. Novamente na barra de ferramentas, cliquei no ícone Ponto e escolhi a função "Intersecção de dois objetos". Na janela de visualização cliquei na intersecção das medianas do triângulo e criei um ponto G (Baricentro ou centro de gravidade);

Fonte: Base de dados da 18ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

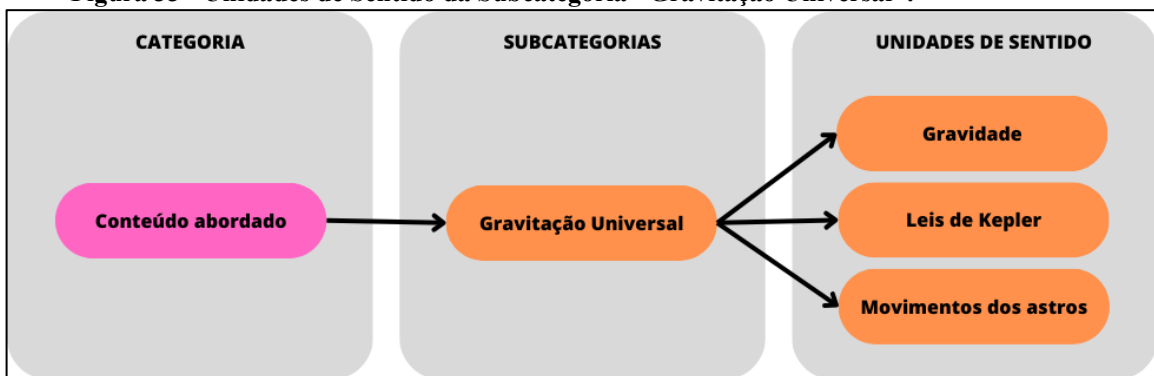
Na Figura 32, os grifos indicam os fragmentos de discurso que demonstram indícios de conceitos relacionados ao conteúdo de estática de corpos rígidos na produção do cursista

C801_M8_T8_18ED. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas cinco produções relacionadas à essa unidade de sentido.

4.1.4 Subcategoria “Gravitação Universal”

A subcategoria “Gravitação Universal” foi construída a partir da constatação de indícios (fragmentos de discurso) nas produções coletadas, referentes à utilização de três conceitos físicos que estão ligados à mecânica celeste e à descrição do movimento dos corpos celestes no sistema solar. Esses conceitos foram definidos com base na interpretação deles como unidades de sentido. São eles: “Força Gravitacional”, “Leis de Kepler” e “Unidades Astronômicas” (Figura 33).

Figura 33 - Unidades de Sentido da Subcategoria "Gravitação Universal".



Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira unidade de sentido da subcategoria “Gravitação Universal” é a “Gravidade” (Figura 33). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que denotam referências à força responsável por manter os corpos celestes em órbita uns em relação aos outros na dinâmica do sistema solar.

No excerto da produção do cursista C540_M3_T3_17ED, apresentado na Figura 34, é exemplificado o procedimento utilizado para identificar a unidade de sentido.

Figura 34 - Excerto da produção do cursista C540_M3_T3_17ED que aborda o conceito de gravidade.

Sistema Solar
por - quinta, 2 Abr 2020, 22:55

Olá, caros colegas e professores!

Minha construção se trata de um esboço amador da representação do nosso Sistema Solar. Meu objetivo é usá-la para trabalhar aspectos básicos de astronomia em turmas de ciências do ensino fundamental, abordando conceitos como gravidade, translação, elipses e outros conceitos que possam ajudar nas provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), bem como na OBMEP, por exemplo.

Segue o passo a passo:

- 1 - Abri a janela de visualização 3D.
- 2 - Para o sol, criei uma esfera no ponto (0, 0, 0) usando a ferramenta "esfera dados centro e raio"
- 3 - Mudei a cor do sol para amarelo.
- 4 - Me guiando pela janela de visualização primária, usei a ferramenta "elipse" e, escolhendo os focos a partir da origem, tracei 8 elipses, sendo a segunda externa à primeira; a terceira externa à segunda e assim sucessivamente.
- 5 - Oculte os rótulos e pontos indesejados.
- 6 - Criei um ponto em cada elipse.
- 7 - Na janela de visualização 3D, cliquei em "esfera dados centro e raio" e criei uma esfera em cada ponto confeccionado na etapa 4.
- 8 - Cliquei nas esferas criadas e mudei suas cores para cores de minha preferência.
- 9 - Cliquei nas elipses criadas - propriedades - estilo - e mudei a espessura da linha.
- 10 - Fui em cada ponto e cliquei em "animar".

OBS.: Os tamanhos das esferas não estão com escala fiel à realidade.

Espero que gostem!

Fiquem à vontade para fazer críticas construtivas.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Conforme mostrado na Figura 34, o grifo indica o fragmento de discurso na produção do cursista C540_M3_T3_17ED que pretende trabalhar vários conceitos, dentre eles o de gravidade, sendo a única produção identificada, interpretada e codificada relacionada à presente unidade de sentido.

A segunda unidade de sentido dessa subcategoria é as “Leis de Kepler” (Figura 33). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que buscam explicar os princípios fundamentais das leis de Kepler, incluindo sua relação com o movimento planetário, a influência do Sol e as características das órbitas elípticas, buscando proporcionar uma melhor compreensão do funcionamento do sistema solar e da mecânica celeste.

Na Figura 35, é exibido um trecho da produção do cursista C496_M3_T3_17ED, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram a unidade de sentido “Leis de Kepler”.

Figura 35 - Trecho da produção do participante C496_M3_T3_17ED, que aborda o uso das Leis de Kepler no ensino de Física.

Sistema solar 3D
por [nome] - sábado, 4 Abr 2020, 20:06

Olá pessoal, nesse módulo resolvi construir o sistema solar na janela de visualização 3D.

- 1- construa elipses na malha de visualização, são 9 elipses. A que fica no meio se aproxima mais da circunferência para ser colocado o sol.
- 2- Depois que construir as elipses, oculte os pontos que foram formados.
- 3- Adicione novos pontos sobre as elipses.
- 4- Nos pontos, em cada um, coloque o nome dos planetas.
- 5- Vá em propriedades, e em cada um dos pontos, adicione cores correspondentes aos planetas.
- 6-Agora, abra a janela de visualização 3D.
- 7- Na elipse central, adicione uma esfera. Para isso, clique sobre o centro da elipse central, na janela de visualização.
- 8- Em seguida, clique sobre a esfera e em propriedades adicione a cor amarela.
- 9- Clique sobre o ponto que corresponde ao planeta saturno e na janela de visualização 2D, adicione circunferências e observe o que acontece na janela em 3D. Com isso, irá formar os anéis do respectivo planeta. Essas circunferências terão que serem próximas uma das outras, para formar os anéis.

Re: Sistema solar 3D
por [nome] - quarta, 8 Abr 2020, 11:03

Olá, Vinícius, tudo certo!

Obrigado pelo seu comentário. Bem, eu pensei que poderia relacionar com o ensino das cônicas e suas equações, da distância de um ponto onde se localiza, naquele momento, o planeta em relação a um ponto mais perto ou mais distante do sol, usar isso para poder encontrar a equação da elipse naquele ponto. Acho que também poderia ser mostrado como uma introdução à astronomia no ensino de física no ensino médio e também para trabalhar as leis de Kepler no estudo da gravitação dos planetas. Se tiver uma outra sugestão de como trabalhar na sala de aula, eu agradeço.

Valeu, abraço!

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso *online* de *GeoGebra*.

Na Figura 35, os grifos vermelhos indicam os fragmentos de discurso que demonstram indícios da abordagem sobre as Leis de Kepler na produção do cursista C496_M3_T3_17ED. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas cinco produções relacionadas a essa unidade de sentido.

Os “Movimentos dos astros” é a terceira e última unidade de sentido dessa subcategoria (Figura 33). Nesta unidade de sentido, buscamos articular as produções que exploram os movimentos e trajetórias dos corpos celestes, oferecendo uma melhor análise dos fenômenos astronômicos e sua relação com as Leis de Kepler.

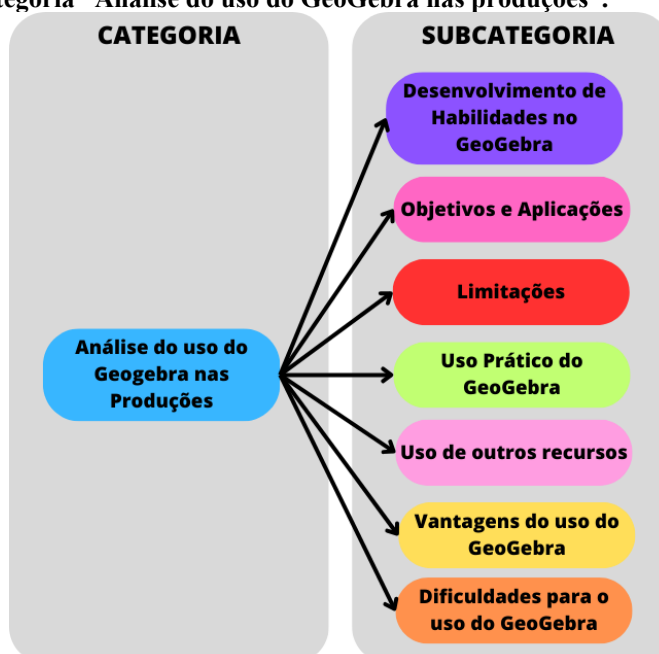
A Figura 35 também exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que constituíram a unidade de sentido “Movimento dos astros”. O grifo verde na Figura 35 indica o fragmento de discurso do cursista que ilustra de forma notável os movimentos celestes, contribuindo assim para compreensão da temática. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas 12 produções relacionadas ao Movimento dos astros.

4.2 CATEGORIA 2: ANÁLISE DO USO DO GEOGEBRA NAS PRODUÇÕES

A segunda categoria foi desenvolvida com o propósito de identificar e compreender as finalidades pedagógicas subjacentes ao uso do GeoGebra nas produções coletadas. Essa categoria desempenhou um papel significativo na organização e análise das produções, permitindo uma investigação aprofundada das intenções educacionais por trás do uso do GeoGebra.

A Figura 36 exibe a categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções” e suas respectivas subcategorias.

Figura 36 - Categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções”.

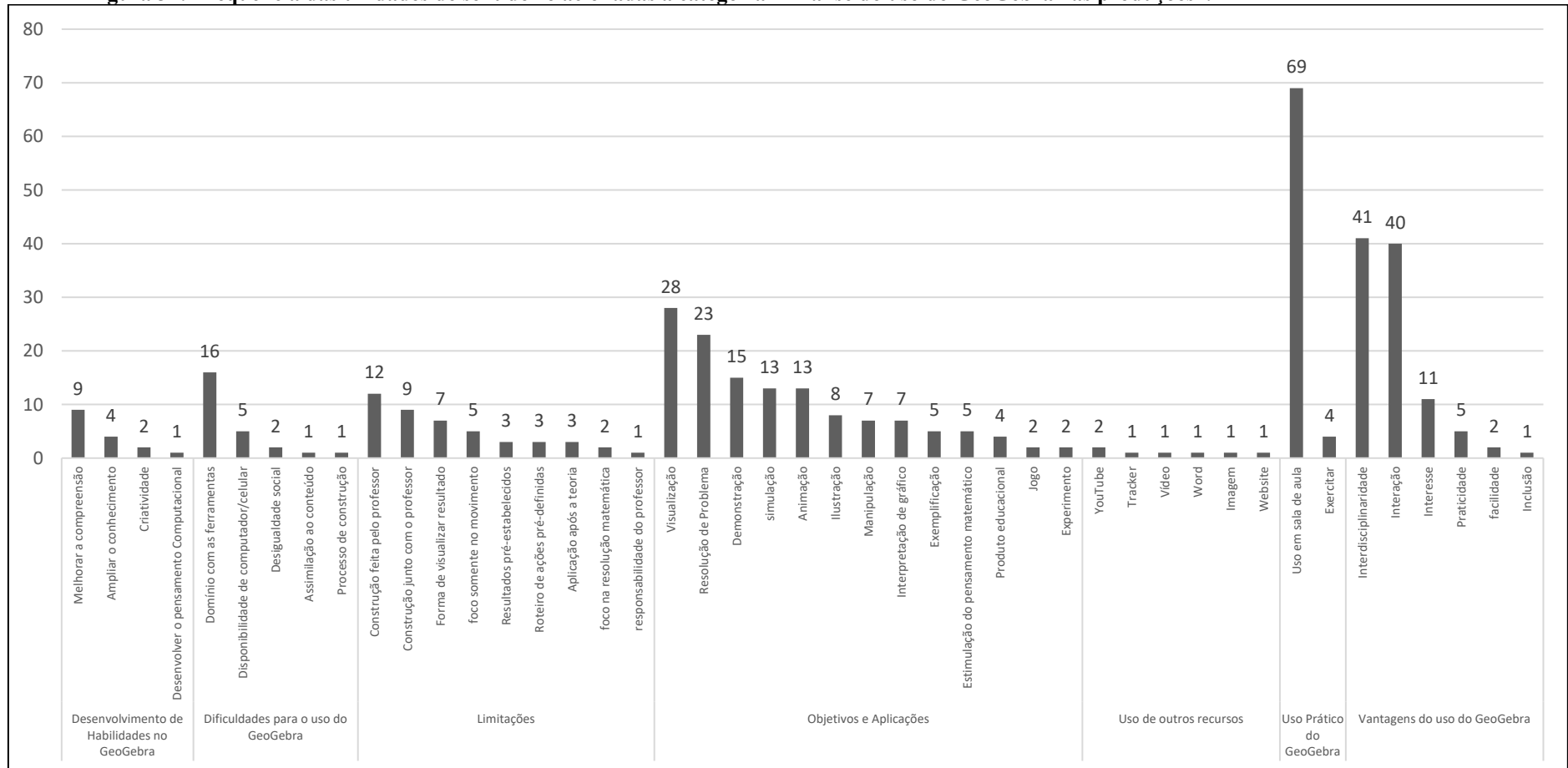


Fonte: Elaborado pela autora.

A categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções” apresentada na Figura 36, é composta por sete subcategorias e 45 unidades de sentido que foram construídas durante o processo de fragmentação do *corpus* da pesquisa.

Na Figura 37, são apresentadas as frequências de cada unidade de sentido das subcategorias “Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra”, “Dificuldades para o uso do GeoGebra”, “Limitações”, “Objetivos e Aplicações”, “Uso de outros recursos”, “Uso Prático do GeoGebra” e “Vantagens do uso do GeoGebra”.

Figura 37: Frequência das unidades de sentido relacionadas à categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções”.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Figura 37, nas produções coletadas, o GeoGebra é frequentemente utilizado para melhorar a compreensão dos conceitos, especialmente aqueles que normalmente são abordados por meio de uma abordagem tradicional. Os participantes demonstraram um interesse notável em aprimorar suas habilidades em Física e promover uma compreensão mais profunda desses tópicos.

Entretanto, os dados indicaram que muitos usuários enfrentam desafios no domínio das ferramentas do GeoGebra. Isso ressalta a importância da capacitação contínua, que inclui prática, exercícios e cursos aprimorados, para permitir que os usuários tirem o máximo proveito da plataforma.

No que diz respeito às limitações percebidas, os participantes mencionaram a construção feita pelo professor, a construção colaborativa com o professor e a forma de visualizar os resultados. Essas limitações destacam a importância de não seguir um método tradicional, onde os alunos apenas seguem um modelo predefinido ou recebem construções prontas. Em vez disso, é fundamental explorar as vastas potencialidades do *software* no processo de ensino-aprendizagem, substituindo o antigo paradigma do 'giz e a lousa' pela interatividade. No entanto, é crucial enfatizar que a mera substituição do giz e da lousa pela projeção não é suficiente para promover uma transformação significativa no processo educacional. A tecnologia em si não é a solução; é necessária uma mudança substancial na abordagem pedagógica para aproveitar ao máximo o potencial do *software* no ensino de Física.

Os objetivos e aplicações do GeoGebra têm se destacado como recursos valiosos no campo educacional e conforme evidenciado pelas produções dos cursistas. A plataforma é frequentemente utilizada para facilitar a visualização de conceitos físicos, resolver problemas, demonstrar fenômenos práticos, criar simulações interativas e utilizar animações como recursos educacionais. Estas funcionalidades encontram aplicação em diversos contextos educacionais, enfatizando o potencial do GeoGebra em enriquecer as experiências de aprendizado dos alunos, especialmente na área da Física, com base nas produções dos próprios cursistas.

Além disso, os dados obtidos a partir das produções dos cursistas evidenciam a complementaridade do GeoGebra com recursos externos, como o *YouTube*, no processo de ensino. Essa integração entre a plataforma e outros materiais enriquece ainda mais a experiência educacional, permitindo a exploração de conteúdo diversificado e a utilização de diferentes abordagens de aprendizado.

Por fim, vale ressaltar que os participantes destacaram as diversas vantagens associadas ao uso do GeoGebra, notadamente em contextos de Física e Matemática. Além de auxiliar na compreensão dos conceitos, o GeoGebra promove ativamente a interdisciplinaridade,

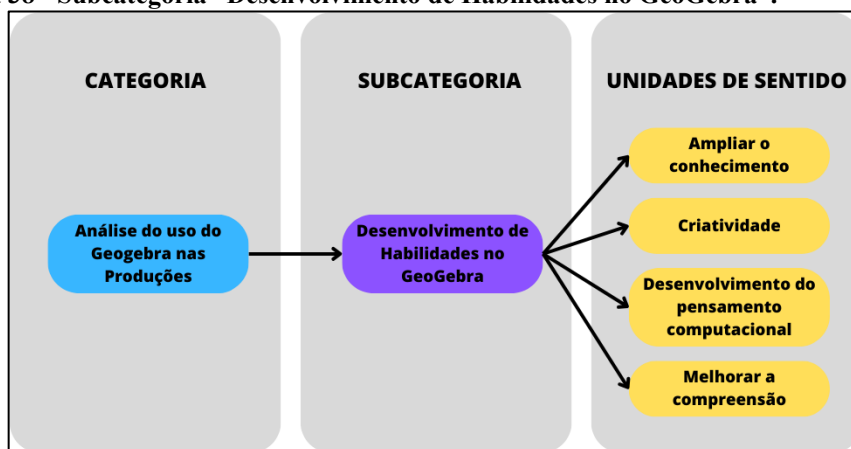
estimulando a colaboração entre as disciplinas e facilitando a interação entre os alunos durante as atividades de aprendizado.

4.2.1 Subcategoria “Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra”

A subcategoria “Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra”, surgiu a partir da constatação de evidências (fragmentos de discurso) nas produções coletadas sobre a potencialidade da utilização do GeoGebra no desenvolvimento das habilidades relacionadas à Física. Isso envolve a avaliação de como o GeoGebra contribui para a compreensão de conceitos físicos, a aplicação prática desses conceitos e o desenvolvimento de habilidades computacionais.

Dessa forma, as produções que denotam referências ao desenvolvimento de habilidades no GeoGebra compuseram as seguintes unidades de sentido: “Ampliar o conhecimento”, “Criatividade”, “Desenvolver o pensamento Computacional” e “Melhorar a compreensão” (Figura 38).

Figura 38 - Subcategoria “Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra”.



Fonte: Elaborado pela autora.

A unidade de sentido “Ampliar o conhecimento” há fragmentos de discurso nas produções coletadas que o uso do GeoGebra contribui para a ampliação do conhecimento, destacando quais conceitos específicos foram aprimorados ou expandidos.

A unidade de sentido “Melhorar a compreensão” há fragmentos de discurso que os cursistas mencionam como o uso do GeoGebra pode auxiliar na melhoria da compreensão dos conceitos. Isso pode incluir exemplos de situações em que o GeoGebra pode esclarecer conceitos ou facilitar a visualização de problemas.

Já a unidade de sentido “Criatividade”, há evidências de que o GeoGebra possibilita o desenvolvimento da criatividade e a maneira criativa pelos cursistas para abordar problemas ou criar recursos de ensino originais.

Por fim, a unidade de sentido “Desenvolver o pensamento computacional” denota referência de que o uso do GeoGebra contribui para o desenvolvimento do pensamento computacional, pois pode desenvolver a capacidade de criar algoritmos, entender a lógica de programação ou resolver problemas de maneira algorítmica.

No Quadro 5, há o excerto de produções de cursistas, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram as unidades de sentidos da respectiva subcategoria.

Quadro 5 - Excerto da produção de cursistas que faz referência ao "desenvolvimento de habilidades no GeoGebra".

Produção	Unidade de Sentido	Segmento
C800_M4_T4_18ED	Ampliar o conhecimento	(...) eles já devem estar familiarizados com a maioria dos conceitos e poderão ampliar esse conhecimento a partir do geogebra.
C805_M1_T1_18ED	Ampliar o conhecimento	Com o curso, espero aprofundar meus conhecimentos no Geogebra e assimilar experiências dos professores, tutores e cursistas.
C806_M2_T2_18ED	Ampliar o conhecimento	Acredito que, com as velocidades na proporção correta, daria para trazer algo como esta construção à, por exemplo, uma aula de física! Isso com certeza instigaria os alunos a refletir sobre a imensidade temporal e espacial do universo
C813_M1_T1_18ED	Criatividade	(...) é bem tranquilo de fazer, basta brincar com os caminhos poligonais, a criatividade se supera com as possibilidades de possíveis caminhos que um ponto pode percorrer!
C536_M2_T2_17ED	Criatividade	Quando fiz esta construção, a intenção era muito mais de aplicar os comandos e produzir algo visual e criativo que efetivamente algo prático para sala de aula.
C790_M4_T4_18ED	Desenvolver o pensamento Computacional	Sou novato no geogebra. Como sou curioso, fico mexendo enquanto vou tentando fazer as atividades.
C807_M1_T1_18ED	Melhorar a compreensão	Isso seria apenas uma ferramenta que o professor usaria para auxiliar a compreensão , porém acredito que em séries mais avançadas pode- se ser manipulado por eles, haja vista que estimularia a compreensão do assunto e sobre o que é um vetor de fato.
C791_M1_T1_18ED	Melhorar a compreensão	Por sua vez, esta construção pode auxiliar na compreensão da decomposição de uma força em suas componentes nos conteúdos de mecânica em Física.
C794_M8_T8_18ED	Melhorar a compreensão	Com essa atividade a minha intenção é facilitar a compreensão desse assunto pelos alunos , pois eles podem manipular as variáveis e visualizar o que acontece.
C793_M4_T4_18ED	Melhorar a compreensão	neste módulo realizei uma construção sobre MRU e MRUV que será aplicada após os alunos terem estudado e realizado exercícios desses tópicos, a fim de alcançar uma melhor interpretação dos conceitos da Cinemática.

Produção	Unidade de Sentido	Segmento
C542_M3_T3_17ED	Melhorar a compreensão	A ilustração é tem diferentes cores, e procura com isso levar uma compreensão melhor aos alunos do funcionamento do nosso Sistema Planetário.
C534_M7_T7_17ED	Melhorar a compreensão	Logo, a visualização desta construção pode auxiliá-lo no entendimento da questão.

Fonte: Elaborado pela autora.

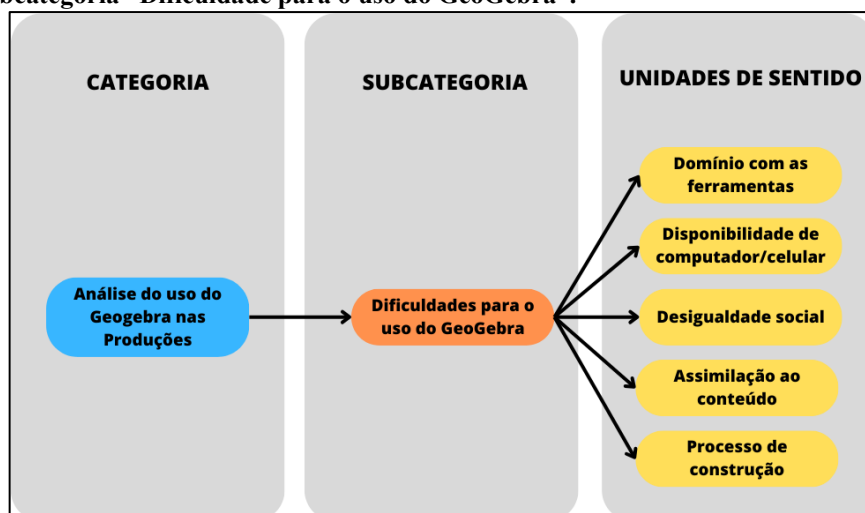
Conforme evidenciado no Quadro 5, os trechos grifados apontam os fragmentos de discurso que explicitam o potencial da utilização do GeoGebra para o desenvolvimento de diversas habilidades relacionadas à Física. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas 16 produções que abordaram os conteúdos de Movimento Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Vetores, Lançamento Oblíquo, Movimento dos Astros, Velocidade e Queda Livre.

4.2.2 Subcategoria “Dificuldades para o uso do GeoGebra”

A subcategoria “Dificuldades para o uso do GeoGebra”, surgiu a partir da constatação de evidências (fragmentos de discurso) nas produções coletadas e consiste em analisar as barreiras ou desafios enfrentados pelos cursistas ao tentar usar o GeoGebra, como problemas técnicos, falta de estrutura, dificuldades de compreensão ou resistência à tecnologia.

Dessa forma, as produções que denotam referências ao desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra compuseram as seguintes unidades de sentido: “Assimilação ao conteúdo”, “Desigualdade social”, “Disponibilidade de computador/celular”, “Domínio com as ferramentas”, “Processo de construção” (Figura 39).

Figura 39 - Subcategoria “Dificuldade para o uso do GeoGebra”.



Fonte: Elaborado pela autora.

A unidade de sentido “Domínio com as ferramentas” destaca as dificuldades que os cursistas enfrentam ao tentar dominar as ferramentas e funcionalidades específicas do GeoGebra. Isso pode incluir desafios técnicos e conceituais relacionados à operação eficaz do *software*.

Na unidade de sentido “Disponibilidade de computador/celular” se concentra nas dificuldades relacionadas à falta de acesso a dispositivos tecnológicos, como computadores ou celulares, que são necessários para utilizar o GeoGebra. Pode incluir a falta de acesso à tecnologia ou a escassez de recursos.

Na “Desigualdade social” há fragmentos de discurso que abordam como as disparidades sociais podem impactar o uso do GeoGebra. Isso envolve a consideração de como fatores socioeconômicos, acesso à tecnologia e oportunidades educacionais desiguais podem resultar em desigualdades no uso eficaz do GeoGebra.

Em relação à “Assimilação ao conteúdo”, esta unidade de sentido refere-se às dificuldades encontradas pelos cursistas ao tentar possibilitar ao aluno compreender e assimilar o conteúdo de Física por meio do GeoGebra. Isso pode incluir desafios na interpretação de conceitos físicos ou na adaptação do conteúdo para a plataforma do GeoGebra.

O “Processo de construção” se concentra nos fragmentos de discursos que abordam as dificuldades encontradas durante o processo de construção de modelos ou simulações no GeoGebra. Pode envolver obstáculos na criação de representações precisas de fenômenos físicos ou na elaboração de modelos matemáticos complexos.

No Quadro 6, há o excerto de produções de cursistas, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram as unidades de sentidos da respectiva subcategoria.

Quadro 6 - Excerto da produção de cursistas que faz referência às "dificuldades para o uso do GeoGebra".

Nome do documento	Código	Segmento
C793_M4_T4_18ED	Assimilação ao conteúdo	Já ministrei aulas desse assunto começando com alguma animação antes de ensinar o conteúdo propriamente dito. Nessa situação, verifiquei que eles não conseguiram absorver muitas informações.
C812_M8_T8_18ED	Desigualdade social	creio que ainda não seja acessível para todos os estudantes devido a grande desigualdade que enfrentamos em nosso país
C544_M2_T2_17ED	Disponibilidade de computador/celular	Obs 1: A situação ideal seria que todos os alunos pudessem acompanhar a

Nome do documento	Código	Segmento
		construção pelo celular ou notebook, computador pessoal ou da escola (em um laboratório de informática).
C812_M8_T8_18ED	Disponibilidade de computador/celular	A atividade possui alguns fatores que podem dificultar sua implementação: por exemplo, a necessidade de um computador e também de um celular.
C557_M1_T1_17ED	Disponibilidade de computador/celular	depende de alguns fatores, tais como: se a escola tem laboratório de informática (mesmo tendo a versão do GeoGebra para celular, quando se trata de desenho não é tão prático quanto no computador), se os alunos têm acesso ao laboratório e a afinidade destes com o computador.
C784_M7_T7_18ED	Domínio com as ferramentas	Apesar de guardar o ficheiro com a legenda nos eixos e a tabela de Estatísticas, eles desapareceram quando volto a abri-lo. Será algum bug no GeoGebra?
C506_M4_T4_17ED	Domínio com as ferramentas	(...) quando fui fazer deram algumas coisas erradas na tabela, sobre aquele controle deslizante "r" que o Sérgio coloca na vídeo aula. Entendi a dinâmica do controle deslizante, fiz a tabela e ai que não consegui obter correspondência da resposta com o que estava sendo exibido na tabela. Ajustei algumas vezes e não funcionou.
C799_M3_T3_18ED	Domínio com as ferramentas	Na verdade eu ainda estou contruindo um modelo que atenda de forma correta as leis físicas do movimento planetário
C521_M1_T1_17ED	Domínio com as ferramentas	(...) a construção é considerada simples mas peço desculpas porque não consegui encontrar no programa a notação vetorial, quem puder peço que me explique como posso fazer.
C522_M2_T2_17ED	Domínio com as ferramentas	Vejo que muito do problema da base curricular é a falta de formação e conhecimento dos professore
C808_M2_T2_18ED	Domínio com as ferramentas	(...) tive dificuldades de fazer esse modelo, pois quando eu colocava a rotação da Lua em relação a Terra (e essa ja estava rotacionando em torno do Sol) o movimento ficava estranho, o raio de rotação parecia alterar de acordo com o movimento da terra, ai o movimento da Lua ficava diferente do desejado, tentei alterar a velocidade de como a Lua rotacionava para ver se mudava algo, mas não conseguir resolver o problema.
C542_M3_T3_17ED	Domínio com as ferramentas	A ideia inicial era essa. Tentei construir uma elipse no espaço, porém não consegui
C813_M1_T1_18ED	Domínio com as ferramentas	(...) Portanto, concluí que ainda possui uma limitação técnica para fazer a atividade inicialmente idealizada
C795_M4_T4_18ED	Processo de construção	Outro ponto importante foi justamente na construção das funções, realmente não ficou tão claro a ideia por trás do processo

Nome do documento	Código	Segmento
		e isso dificultaria no ensino caso eu fosse apresentar em as equações em aula. Infelizmente tive que forçar algumas condições para adaptar o projeto dentro da resolução da questão

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme apresentado no Quadro 6, os grifos indicam os fragmentos de discurso que explicitam as dificuldades para a utilização do GeoGebra. Seguindo estes procedimentos (identificação e interpretação), codificamos 19 produções que expuseram uma série de desafios na utilização efetiva do GeoGebra.

Dentre os relatos, foram mencionadas dificuldades com a acessibilidade do GeoGebra, evidenciando a desigualdade social existente no acesso a equipamentos como celulares e computadores. Além disso, houve relatos sobre problemas técnicos e dificuldades na familiarização com as ferramentas do programa. Alguns cursistas descreveram percalços na construção dos modelos desejados, enfrentando obstáculos na representação física de fenômenos complexos, como o movimento planetário. Ademais, questões sobre notações vetoriais, construção de elipses e compreensão das equações também foram citadas como pontos de dificuldade. Essas narrativas reforçam não apenas a necessidade de suporte técnico, e formação adequada, mas também ressaltam a importância da capacitação constante para explorar continuamente as potencialidades do GeoGebra no ensino de Física. A exploração contínua do *software* se mostra crucial para a superação dos desafios relatados e para o pleno aproveitamento das suas ferramentas no ambiente educacional.

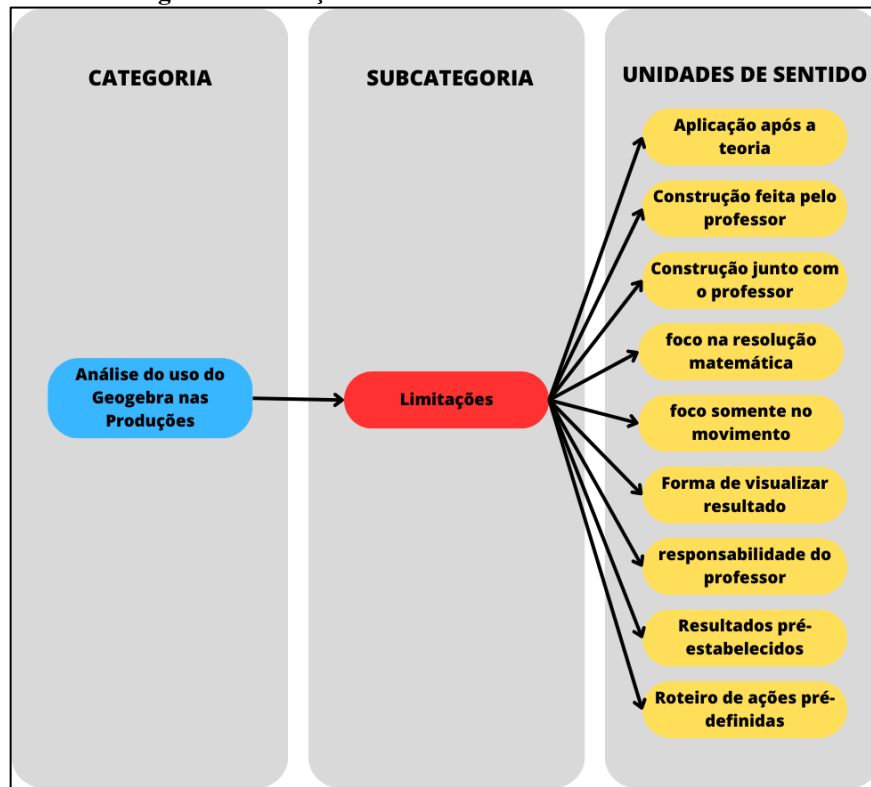
4.2.3 Subcategoria “Limitações”

A subcategoria “Limitações” surgiu a partir da constatação de evidências (fragmentos de discurso) nas produções coletadas e identifica desafios e restrições que surgem ao utilizar o GeoGebra durante o ensino de Física. Essas limitações podem afetar a aplicação eficaz da ferramenta e a experiência de ensino e aprendizagem. As unidades de sentido dentro dessa subcategoria, conforme ilustrado na Figura 40, incluem:

- i. **Aplicação após a teoria** - Esta unidade de sentido refere-se às limitações associadas à aplicação do GeoGebra após a exposição teórica dos conceitos.
- ii. **Construção feita pelo professor** - A construção de atividades e modelos no GeoGebra exclusivamente pelo professor pode ser vista como uma limitação.

- iii. **Construção junto com o professor** - Ao contrário da limitação anterior, esta unidade de sentido destaca a dependência dos estudantes da orientação constante do professor na construção e uso do GeoGebra.
- iv. **Foco na resolução matemática** - Algumas produções indicam que o GeoGebra pode, por vezes, limitar-se à resolução matemática de problemas, negligenciando aspectos práticos ou experimentais da Física.
- v. **Foco somente no movimento** - se refere a uma limitação em que o uso do GeoGebra no ensino de Física se concentra predominantemente na simulação do movimento e em animações.
- vi. **Forma de visualizar resultado** - Essa unidade de sentido destaca uma limitação em que o uso do GeoGebra no ensino de Física está centrado exclusivamente no resultado, sem enfatizar ou valorizar o processo de resolução de problemas ou a exploração dos conceitos subjacentes. Nesse contexto, o GeoGebra é utilizado apenas para verificar ou confirmar cálculos ou resultados obtidos anteriormente, essencialmente como uma espécie de "prova real" ou validação dos resultados teóricos.
- vii. **Responsabilidade do professor** - refere-se à situação em que a maior parte da responsabilidade pela criação de atividades, construção de modelos ou direcionamento das interações no GeoGebra recai sobre o professor, muitas vezes resultando em um ambiente de aprendizagem em que os alunos desempenham um papel mais passivo.
- viii. **Resultados pré-estabelecidos** - Algumas produções podem indicar que o GeoGebra é usado com resultados pré-estabelecidos.
- ix. **Roteiro de ações pré-definidas** - Essa unidade de sentido sugere que a utilização do GeoGebra pode ser limitada por roteiros de ações pré-definidas.

Figura 40 - Subcategoria “Limitações”.



Fonte: Elaborado pela autora.

No Quadro 7, há o excerto de produções de cursistas, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram as unidades de sentidos da respectiva subcategoria.

Quadro 7 - Excerto da produção de cursistas que faz referência às limitações no uso do GeoGebra.

Produção	Código	Segmento
C501_M4_T4_17ED	Aplicação após a teoria	Depois, colocar o problema para que seja resolvido algebricamente e só depois, mostrar que pode ser resolvido com ajuda do Geogebra
C793_M4_T4_18ED	Aplicação após a teoria	neste módulo realizei uma construção sobre MRU e MRUV que será aplicada após os alunos terem estudado e realizado exercícios desses tópicos, a fim de alcançar uma melhor interpretação dos conceitos da Cinemática.
C795_M4_T4_18ED	Aplicação após a teoria	Minha proposta é que após a resolução do exercício, o observador possa simular a situação dada na questão através da construção feita no GeoGebra, de modo a verificar a validade das contas.
C799_M3_T3_18ED	Construção feita pelo professor	Assim, eu traria o modelo pronto para os alunos (...)
C539_M4_T4_17ED	Construção feita pelo professor	(...) em uma aula de resolução de exercícios, para facilitar a visualização do exercício, levando ainda a construção já pronta.

Produção	Código	Segmento
C548_M4_T4_17ED	Construção feita pelo professor	A ideia é transmitir o arquivo em um retroprojektor onde consiga demonstrar o que irá acontecer com esse automóvel
C557_M1_T1_17ED	Construção feita pelo professor	Obviamente que preferiria construir com eles, mas dependendo dos fatores acima, o fato de mostrar em sala já diversifica a mesma e contribui também com a aprendizagem dos discentes.
C502_M4_T4_17ED	Construção junto com o professor	(...) junto com os alunos iria construir uma função do segundo grau $f(x) = x^2 + x + 1$, (...)
C802_M1_T1_18ED	Construção junto com o professor	A minha ideia é fazer essa construção com os(as) alunos(as) em sala de aula a fim de intuir como se comporta o vetor resultante da soma de dois vetores iniciais dados
C499_M7_T7_17ED	Foco na resolução matemática	Nesta etapa de ensino a abordagem do conteúdo de Física não é tão abrangente
C812_M8_T8_18ED	Foco na resolução matemática	(...) queremos dar um enfoque para análise matemática do problema
C506_M4_T4_17ED	Foco somente no movimento	Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.
C511_M7_T7_17ED	Foco somente no movimento	É que se fosse usar a função do passo 1 ela não iria delimitar apenas a trajetória da bola, iria mostrar a parábola referente a função. Foi apenas para ilustração mesmo.
C795_M4_T4_18ED	Forma de visualizar resultado	(...) simular a situação dada na questão através da construção feita no GeoGebra, de modo a verificar a validade das contas.
C521_M1_T1_17ED	Forma de visualizar resultado	(...) penso que poderemos utilizar o geogebra para fazer as resultantes demonstradas conforme os cálculos que os estudantes realizam.
C539_M4_T4_17ED	Forma de visualizar resultado	(...) usaria o software para mostrar aos alunos que a questão não é complicada, mostraria também que é uma forma de conferir o resultado
C553_M4_T4_17ED	Forma de visualizar resultado	(...) o geogebra é excelente como facilitador na visualização e até mesmo para conferir as respostas das questões, que é o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), na física.
C524_M2_T2_17ED	Responsabilidade do professor	O professor deve mostrar que se a engrenagem A se move em sentido horário, então a B se move em sentido anti-horário, e vice-versa
C539_M4_T4_17ED	Resultados pré-estabelecidos	Na questão de ter uma raiz não inteira, imagino que seria um ponto interessante a se pensar, não me atentei a isso, irei pesquisar mais sobre
C553_M4_T4_17ED	Resultados pré-estabelecidos	Podemos, então, arrastar o controle deslizante até o ponto em que P encontra a coordenada 12 no eixo y, perceptível, então, que a aceleração é de 6 m/s^2
C793_M4_T4_18ED	Roteiro de ações pré-definidas	(...) entregá-los um roteiro para leitura durante a apresentação da construção com algumas simulações
C799_M3_T3_18ED	Roteiro de ações pré-definidas	(...) abordaria o tema de construção da elipse e os conceitos de foco e excentricidade utilizando o modelo descrito. Abordaria também a

Produção	Código	Segmento
		construção do círculo e os conceitos de raio e lugar geométrico

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme apresentado no Quadro 7, os grifos indicam os fragmentos de discurso que identifica desafios e restrições que surgem ao utilizar o GeoGebra no ensino de Física. Essas limitações, identificadas nos fragmentos de discurso, evidenciam a possibilidade de impacto negativo na aplicação eficaz do *software*, bem como na experiência de ensino e aprendizagem relacionadas à Física. Seguindo esses procedimentos de identificação e interpretação resultaram a codificação de 27 produções que oferecem informações relevantes sobre as práticas dos cursistas ao empregar o GeoGebra.

Entre os desafios identificados, observamos que muitos cursistas tendem a utilizar o GeoGebra após a exposição teórica dos conceitos. Esse comportamento pode indicar dificuldades na transição do aprendizado teórico para sua aplicação prática por meio da ferramenta, potencialmente prejudicando a compreensão e eficácia do *software* como recurso didático. Ademais, o relato de cursistas que levam atividades e modelos prontos para sala de aula pode limitar a participação ativa dos alunos na criação de recursos, reduzindo o envolvimento e minando oportunidades de aprendizado autônomo e resolução de problemas.

Outras observações destacam o foco restrito do GeoGebra na resolução matemática de problemas, negligenciando aspectos práticos e experimentais da Física, o que pode restringir a abordagem abrangente dos conceitos. Além disso, a concentração predominante na simulação do movimento e animações sugere uma utilização restrita da ferramenta, deixando de explorar outros fenômenos físicos e conceitos amplos.

Nesse contexto, é perceptível que o GeoGebra, em algumas situações, é empregado apenas para verificar resultados teóricos pré-estabelecidos, limitando-se a confirmar cálculos previamente realizados, sem aprofundar a compreensão dos conceitos. Em complemento, a utilização de roteiros de ações pré-definidas restringe a criatividade e a exploração autônoma dos alunos.

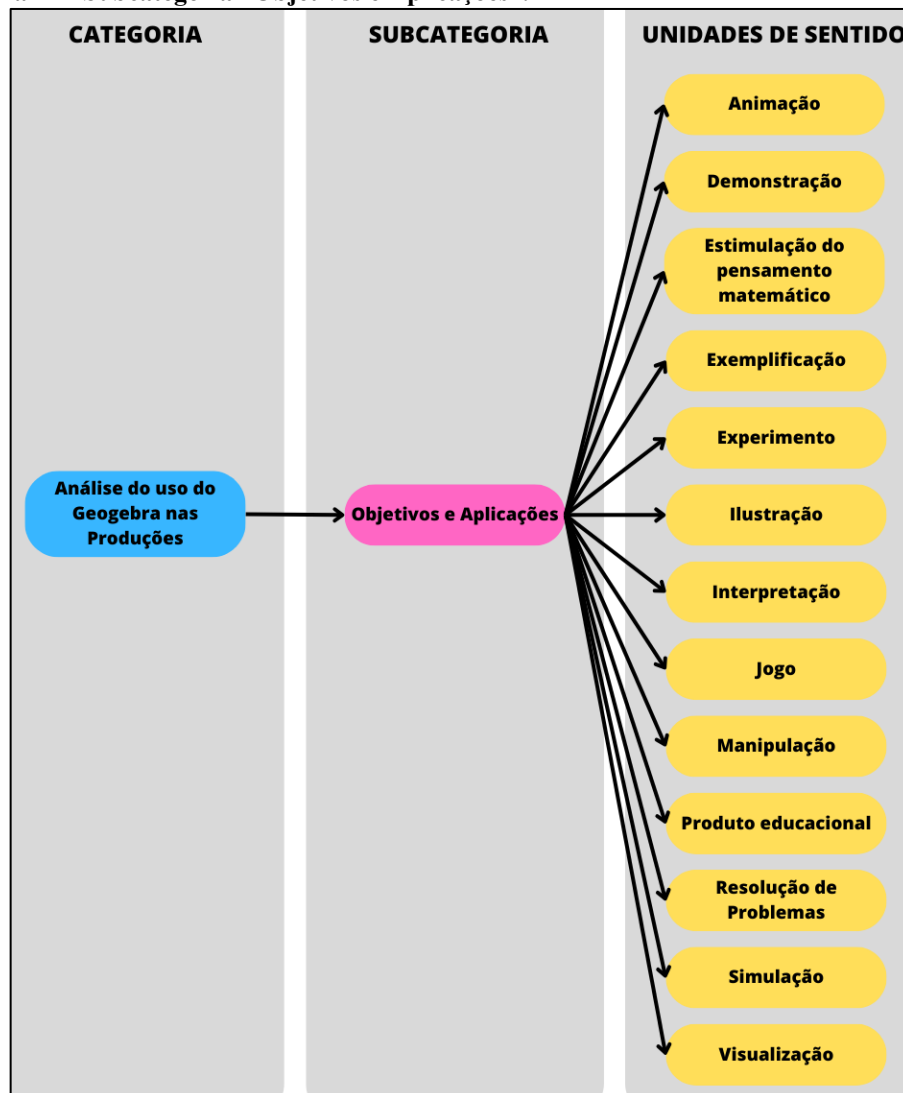
Essas observações apontam para a necessidade de repensar a abordagem pedagógica na integração do GeoGebra no ensino de Física, visando superar tais desafios e restrições para promover uma experiência de aprendizagem mais completa e efetiva.

4.2.4 Subcategoria “Objetivos e Aplicações”

A subcategoria "Objetivos e Aplicações" surgiu da observação de evidências, expressas em fragmentos de discurso, presentes nas produções coletadas que abordam os objetivos dos cursistas ao utilizarem o GeoGebra e as maneiras pelas quais eles planejam aplicar esse *software*. Essa análise abrange a investigação dos propósitos educacionais, tais como o ensino, a aprendizagem e a resolução de problemas.

As 13 unidades de sentido que compõem essa subcategoria são: animação, demonstração, estímulo ao pensamento matemático, exemplificação, experimentação, ilustração, interpretação de gráficos, jogo, manipulação, desenvolvimento de recursos educacionais, resolução de problemas, simulação e visualização (conforme representado na Figura 41).

Figura 41 - Subcategoria "Objetivos e Aplicações".



Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, essas unidades de sentido abrangem as produções que fazem menção aos objetivos almejados pelos cursistas ao fazer uso do GeoGebra no contexto da Física e nas diversas aplicações da ferramenta em ambientes educacionais. Elas destacam de que forma o GeoGebra é empregado para aprimorar o ensino e a compreensão de conceitos físicos. Essas unidades podem ser caracterizadas da seguinte maneira:

- i. Animação: Refere-se ao uso do GeoGebra para criar animações;
- ii. Demonstração: Envolve o uso do GeoGebra para demonstrar ou exemplificar conceitos físicos;
- iii. Estimulação do pensamento matemático: Refere-se ao objetivo de usar o GeoGebra para estimular o pensamento matemático dos alunos;
- iv. Exemplificação: Envolve o uso do GeoGebra para fornecer exemplos concretos e aplicados de conceitos físicos;
- v. Experimento: Representa a utilização do GeoGebra para simular experimentos físicos;
- vi. Ilustração: Refere-se ao uso do GeoGebra para ilustrar visualmente conceitos e princípios físicos;
- vii. Interpretação de gráfico: Envolve o uso do GeoGebra para ajudar os alunos a interpretar e compreenderem gráficos e dados relacionados a fenômenos físicos;
- viii. Jogo: Representa o uso do GeoGebra em atividades lúdicas e jogos educacionais;
- ix. Manipulação: Refere-se ao uso do GeoGebra para permitir a manipulação interativa de objetos e modelos;
- x. Produto educacional: Indica o objetivo de criar recursos educacionais ou materiais de ensino usando o GeoGebra para apoiar o aprendizado de conceitos físicos;
- xi. Resolução de problema: Envolve o uso do GeoGebra para resolver problemas físicos, aplicando conceitos matemáticos na solução de desafios práticos;
- xii. Simulação: Refere-se ao uso do GeoGebra para criar simulações de fenômenos físicos;
- xiii. Visualização: Representa o uso do GeoGebra para criar representações visuais.

No Quadro 8, encontram-se alguns excertos das produções dos cursistas que exemplificam os procedimentos utilizados na identificação das unidades de sentido da

subcategoria correspondente. Os grifos indicam os fragmentos de discurso que identificam essas unidades.

Quadro 8 - Excerto da produção de cursistas que faz referência aos objetivos e aplicações do GeoGebra.

Produção	Código	Segmento
C504_M2_T2_17ED	Animação	Essa construção foi uma animação para o sistema solar, não utilizei dados científicos para construir os planetas.
C511_M7_T7_17ED	Animação	Acredito que a diferença para essa questão em especial se dê pela resolução mais prática de equações no Geogebra e também pela ilustração que pode ser construída pelo aluno, que também pode animá-la.
C798_M4_T4_18ED	Animação	Utilizei o GeoGebra para fazer a animação da trajetória da bala, variando de acordo com o ângulo de elevação do canhão em relação a horizontal e da velocidade inicial da bala.
C503_M2_T2_17ED	Demonstração	Essa construção pode ser usada em sala de aula para demonstrar para os alunos de forma prática como funciona a órbita da lua em relação a Terra em aulas de ciência e física.
C555_M4_T4_17ED	Demonstração	Pretendo usar este arquivo como parte da explicação de conservação de energia na aula de Física do 1 EM como de mostraçõ de como ela passa de Energia Cinética para Energia Potencial e Energia Potencial para Energia Cinética.
C785_M8_T8_18ED	Estimulação do pensamento matemático	Pensando em interdisciplinaridade Matemática/ Física e motivada pelas dificuldades apresentadas pelos alunos em interpretar os gráficos da função quadrática, criei uma simples atividade que está no link em anexo. Ela pode proporcionar debates muito significativos e estimular o pensamento matemático.
C511_M7_T7_17ED	Estimulação do pensamento matemático	E os cálculos, a depender da equação podem ser um empecilho, de forma manuscrita, para chegar a resposta correta.
C803_M4_T4_18ED	Exemplificação	Para a sala de aula esse seria um exemplo auxiliar já que não em todos os "comandos básicos" para a livre construção de gráficos no geral.
C805_M1_T1_18ED	Exemplificação	Estou postando um roteiro para exemplificar um vetor resultante da soma de dois vetores
C788_M7_T7_18ED	Experimento	O tempo de reação das pessoas pode ser medido com um experimento simples de queda livre. Para esse experimento são necessárias duas pessoas e uma régua de 50 cm.
C812_M8_T8_18ED	Experimento	Para esta última atividade proponho um experimento físico.
C506_M4_T4_17ED	Ilustração	Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.
C511_M7_T7_17ED	Ilustração	É que se fosse usar a função do passo 1 ela não iria delimitar apenas a trajetória da bola, iria mostrar a parábola referente a função. Foi apenas para ilustração mesmo.
C795_M4_T4_18ED	Interpretação de gráfico	Estude e observe o que acontece com os gráficos de cada corredor à partir de cada simulação diferente.
C548_M4_T4_17ED	Interpretação de gráfico	Objetivo é mostrar graficamente área que o automóvel percorre em um determinado tempo levando em consideração sua velocidade
C788_M7_T7_18ED	Jogo	Em diversos jogos, inclusive eletrônicos, o jogador precisa reagir rapidamente para ser bem-sucedido. Será que os estudantes têm um bom tempo de reação? Nesta atividade, cada estudante mede seu tempo de reação e é feita uma

Produção	Código	Segmento
		comparação dos resultados. Baseada na atividade “Speedster” do CensusAtSchool da Nova Zelândia.
C813_M1_T1_18ED	Jogo	(...) acho que se a proposta foi uma corrida, o fato de todas as bolinhas chegarem juntas pode desmotivar os alunos. Para resolver isso eu acabei descobrindo como programar a velocidade de cada bolinha (...)
C794_M8_T8_18ED	Manipulação	Com essa atividade a minha intenção é facilitar a compreensão desse assunto pelos alunos, pois eles podem manipular as variáveis e visualizar o que acontece.
C506_M4_T4_17ED	Manipulação	Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.
C795_M4_T4_18ED	Produto educacional	Essa construção vai muito além da questão abordada, você também pode simular várias outras situações dentro do conteúdo sobre o MRU.
C801_M8_T8_18ED	Produto educacional	(...) como atividade desenvolvi uma nova ferramenta que cria um triângulo e localiza o vetor paralelo ao eixo y que passa pelo baricentro desse triângulo. Como sou professor tanto de matemática quanto de física, pretendo usar esta ferramenta em minhas aulas de física nas aulas em que preciso explicar como calcular o centro de massa de um corpo
C501_M4_T4_17ED	Resolução de Problema	Pretendo levar o problema para ser resolvido em sala, e depois, mostrar a resolução utilizando o Geogebra.
C511_M7_T7_17ED	Resolução de Problema	Acredito que a diferença para essa questão em especial se dê pela resolução mais prática de equações no Geogebra e também pela ilustração que (...) pode ser construída pelo aluno, que também pode animá-la.
C525_M2_T2_17ED	Simulação	(...) fiz a simulação de uma bike trocando de marchas onde, pode-se regular as dimensões da roda, pedivela, cassete e ritmo de pedalada
C538_M2_T2_17ED	Simulação	(...) o objetivo é simular o movimento de translação dos planetas do sistema solar utilizando os conhecimentos do módulo 2.
C551_M2_T2_17ED	Simulação	Realizei a construção de uma simulação de um relógio de parede com pêndulo e ponteiros.
C794_M8_T8_18ED	Visualização	Com essa atividade a minha intenção é facilitar a compreensão desse assunto pelos alunos, pois eles podem manipular as variáveis e visualizar o que acontece.
C553_M4_T4_17ED	Visualização	(...) criei um arquivo no geogebra que pode auxiliar na visualização gráfica do movimento.

Fonte: Elaborado pela autora.

Após analisar os fragmentos de discurso de 56 produções que detalham os objetivos e usos do GeoGebra no ensino de Física, fica evidente a riqueza de possibilidades e abordagens que esse *software* oferece. As diversas maneiras como os cursistas utilizam o GeoGebra não apenas revelam uma variedade de estratégias para abordar conceitos físicos, mas também destacam sua eficácia em alcançar os objetivos pedagógicos propostos.

Ao ser aplicado para criar animações, exemplificar conceitos, estimular o pensamento matemático, simular experimentos, entre outras finalidades, o GeoGebra emerge como um programa versátil e dinâmico, capaz de atender às demandas de diferentes estilos de aprendizagem. No entanto, os desafios e limitações identificados, como a concentração restrita

em certos aspectos e a dependência de roteiros pré-definidos, destacam a necessidade de um uso mais abrangente e flexível.

Nesse contexto, é essencial considerar estratégias que incentivem a exploração autônoma dos alunos, promovendo a criatividade, a experimentação e a resolução de problemas de forma independente. A valorização do processo de aprendizagem, além do resultado, é fundamental para ampliar a compreensão dos conceitos físicos e fomentar o desenvolvimento de habilidades essenciais para uma formação sólida.

Portanto, a diversidade de usos identificados reforça a importância do GeoGebra como uma ferramenta valiosa no ensino de Física, desde que seu emprego seja complementado por estratégias pedagógicas que estimulem a autonomia, a exploração ampla de conceitos e a criatividade dos alunos.

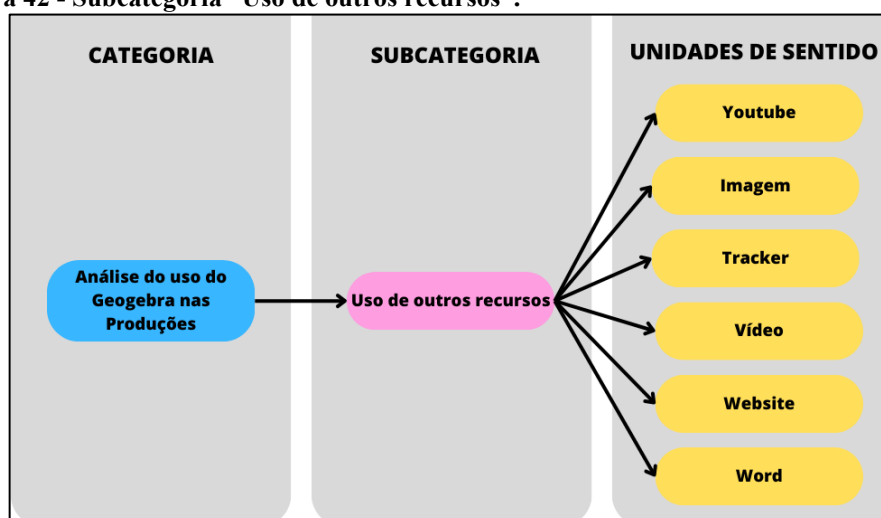
4.2.5 Subcategoria “Uso de outros recursos”

A subcategoria “Uso de outros recursos” surgiu da observação de evidências expressas em fragmentos de discurso encontrados nas produções coletadas, nos quais os cursistas complementam o uso do GeoGebra com outras ferramentas, recursos ou estratégias educacionais. Essa observação visa identificar quais recursos são utilizados em conjunto com o GeoGebra e como essa complementaridade afeta as produções.

A compreensão dessas complementaridades e seu impacto nas produções dos cursistas contribui para uma visão mais ampla sobre a utilização eficaz do GeoGebra em conjunção com outras ferramentas e métodos educacionais.

Nesse contexto, as unidades de sentido apresentadas na Figura 42 destacam a diversidade de recursos e ferramentas que os cursistas incorporam em seu uso do GeoGebra, demonstrando como a complementaridade desses elementos pode enriquecer as experiências de ensino e aprendizagem. A combinação do GeoGebra com imagens, vídeos, *websites* e documentos de processamento de texto expande as possibilidades de exploração e compreensão de conceitos matemáticos e científicos.

Figura 42 - Subcategoria “Uso de outros recursos”.



Fonte: Elaborado pela autora.

As unidades de sentido destacam a diversidade de recursos e ferramentas que os cursistas relataram incorporar em seu uso do GeoGebra, demonstrando como a complementaridade desses elementos pode enriquecer as experiências de ensino e aprendizagem. São elas:

- i. Imagem: A unidade de sentido "Imagem" refere-se ao uso de recursos visuais estáticos, como fotografias, diagramas ou gráficos, em conjunto com o GeoGebra;
- ii. Tracker: A unidade de sentido "Tracker" diz respeito à integração do GeoGebra com um *software* livre chamado "Tracker";
- iii. Vídeo: O uso de vídeos em conjunto com o GeoGebra é caracterizado pela unidade de sentido "Vídeo";
- iv. Website: A unidade de sentido "Website" representa a integração do GeoGebra com recursos da *web*;
- v. Word: A unidade de sentido "Word" denota a combinação do GeoGebra com documentos de processamento de texto, como o *Microsoft Word*;
- vi. YouTube: Esta unidade de sentido refere-se ao uso combinado do GeoGebra e do YouTube.

No Quadro 9, há o excerto de produções de cursistas, que exemplifica os procedimentos utilizados na identificação das produções que compuseram as unidades de sentidos da respectiva subcategoria.

Quadro 9 - Excerto da produção de cursistas que faz referência ao uso de outros recursos em conjunto com o GeoGebra.

Nome do documento	Código	Segmento
C795_M4_T4_18ED	Imagem	Ao adicionarmos uma imagem, ela vem com dois pontos fixados de modo que ao movimentarmos esses pontos, conseguimos redimensiona-la de tamanho de acordo com a distância entre eles.
C812_M8_T8_18ED	Tracker	O programa que utilizaremos em nosso experimento se chama Tracker, evidentemente também utilizaremos o Geogebra.
C805_M1_T1_18ED	Vídeo	Acredito que, na indisponibilidade de recursos computacionais, um vídeo com a construção e animação já seria de grande valia.
C784_M7_T7_18ED	Website	A minha ideia com esta tarefa, seria dar uma aplicação da regressão linear aos alunos dando-lhes apenas o link para extração de dados: https://www.princeton.edu/~willman/planetary_systems/Sol/ .
C525_M2_T2_17ED	Word	Para que os detalhes ficassem mais fáceis de se entender (que não são poucos), fiz a digitação no Word, incluindo os ícones de cada função empregada OK.
C525_M2_T2_17ED	YouTube	No youtube, também se encontra esta animação que fiz há alguns meses com alguns professores da rede da minha cidade onde fui instrutor

Fonte: Elaborado pela autora.

Cada um dos fragmentos destacados nas unidades de sentido representa uma abordagem específica de como o GeoGebra é utilizado em conjunto com outros recursos. Seguindo estes procedimentos de identificação e interpretação, codificamos seis produções que revelaram as estratégias adotadas pelos cursistas ao integrar o GeoGebra com uma variedade de recursos complementares. Estas estratégias evidenciaram não apenas a versatilidade da plataforma GeoGebra, mas também a sua capacidade de se adaptar e potencializar distintas abordagens pedagógicas na área da Física.

Ao analisar esses seis enfoques específicos, notamos que o GeoGebra, ao ser empregado em conjunto com recursos visuais estáticos, *software* de análise de movimento, vídeos, recursos da *web*, documentos de processamento de texto e até mesmo plataformas como o YouTube, amplia consideravelmente as possibilidades de aprendizagem. Esta ampliação não se limita apenas ao aspecto visual ou técnico, mas se estende à compreensão aprofundada dos conceitos e à sua aplicação prática.

Essas abordagens multifacetadas não apenas enriquecem a experiência de aprendizado dos estudantes, mas também permitem a exploração mais detalhada e abrangente dos conceitos físicos, fomentando uma compreensão integrada. A combinação do GeoGebra com esses recursos externos não apenas complementa, mas enriquece o processo educacional, oferecendo novas perspectivas, estratégias e ferramentas para aprimorar a educação em Física.

Dessa forma, a análise desses fragmentos de discurso evidencia não apenas a utilidade do GeoGebra como uma plataforma educacional versátil, mas também a sua capacidade de

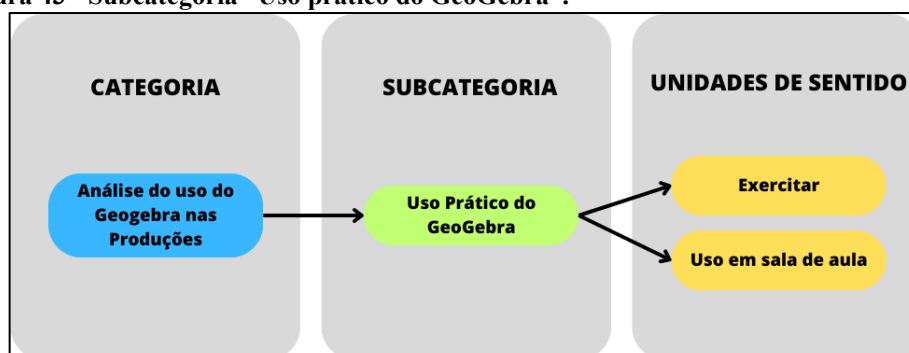
proporcionar aos educadores e alunos um leque diversificado de possibilidades para explorar, compreender e aplicar os conceitos físicos de maneira mais eficaz e envolvente.

4.2.6 Subcategoria “Uso Prático do GeoGebra”

A subcategoria "Uso Prático do GeoGebra" emergiu da análise das produções coletadas, evidenciando fragmentos de discurso que abordam de que forma os cursistas aplicam o GeoGebra no contexto da educação de Física. Esta subcategoria engloba as ações práticas dos cursistas ao utilizarem o GeoGebra para criar modelos, simulações e visualizações que auxiliam na ilustração e explicação de conceitos físicos.

As unidades de sentido desta subcategoria incluem "uso em sala de aula" e "exercitar" (Figura 43). O termo "uso em sala de aula" se refere à aplicação direta do GeoGebra como uma ferramenta de ensino, destacando como os cursistas utilizam a plataforma em um ambiente educacional formal. Por outro lado, "exercitar" reflete a prática de empregar o GeoGebra como uma ferramenta para o exercício prático de conceitos e exercícios relacionados à Física.

Figura 43 - Subcategoria “Uso prático do GeoGebra”.



Fonte: Elaborado pela autora.

No Quadro 10, os grifos indicam os fragmentos de discurso que identificam claramente as práticas e ações relacionadas ao uso prático do GeoGebra na educação de Física. Seguindo procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas um total de 46 produções que exemplificam como os cursistas aplicam o GeoGebra em contextos educacionais de Física.

Quadro 10 - Excerto da produção de cursistas que faz referência ao uso de outros recursos em conjunto com o GeoGebra.

Produções	Código	Segmento
C504 M2 T2 17ED	Exercitar	Apenas testando as funcionalidades do GeoGebra.
C524 M2 T2 17ED	Exercitar	Não, nunca utilizei em sala de aula. Fiz para esta atividade mesmo!
C536_M2_T2_17ED	Exercitar	A princípio, só fiz esta construção para treinar os comandos do Geogebra, sem intenção de construir algo prático para sala de aula.

Produções	Código	Segmento
C806_M2_T2_18ED	Exercitar	Porém, como você suspeitou professora, estou realmente focado mais em conhecer os limites de cada ferramenta abordada nos módulos para que, futuramente, eu possa fazer construções mais práticas à sala de aula.
C496_M3_T3_17ED	Uso em sala de aula	Acho que também poderia ser mostrado como uma introdução à astronomia no ensino de física no ensino médio e também para trabalhar as leis de Kepler no estudo da gravitação dos planetas .
C794_M8_T8_18ED	Uso em sala de aula	Essa construção pode ser aplicada nas disciplinas de Física 1, mecânica Geral, Resistência dos Materiais e também no ensino médio (...)
C799_M3_T3_18ED	Uso em sala de aula	(...) na verdade quando falei da proposta de aula multidisciplinar, pensei em física, matemática ou astronomia.
C524_M2_T2_17ED	Uso em sala de aula	O objetivo desta construção é mostrar para os alunos do ensino médio, na disciplina de Física (...)
C536_M2_T2_17ED	Uso em sala de aula	Quando fiz esta construção, a intenção era muito mais de aplicar os comandos e produzir algo visual e criativo que efetivamente algo prático para sala de aula.

Fonte: Elaborado pela autora.

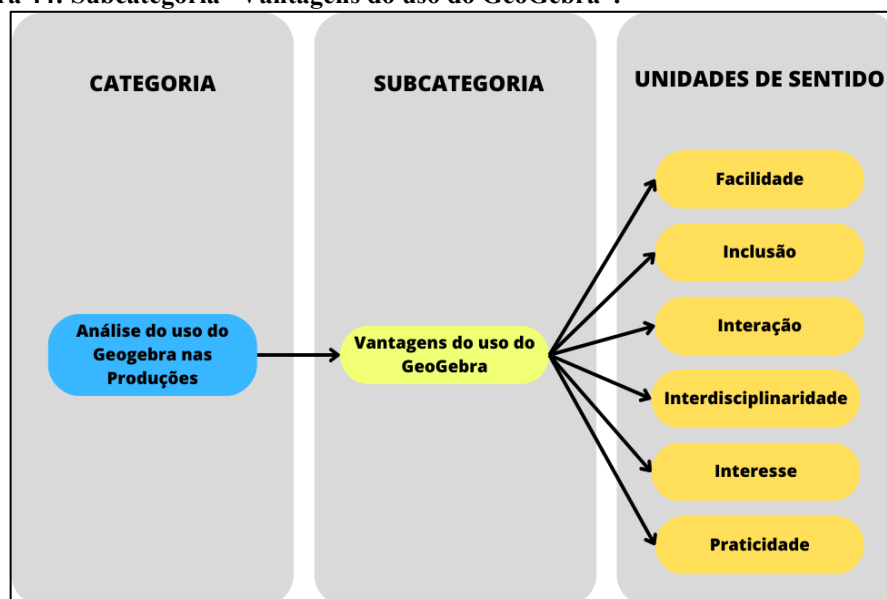
A análise dessas produções destaca as várias maneiras pelas quais o GeoGebra é adotado pelos cursistas para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos. As unidades de sentido "uso em sala de aula" e "exercitar" desempenham um papel fundamental na caracterização e compreensão das práticas dos cursistas ao integrarem o GeoGebra em seu ensino e/ou estudo da Física.

4.2.7 Subcategoria “Vantagens do uso do GeoGebra”

A subcategoria "Vantagens do Uso do GeoGebra" surge da análise das produções coletadas, evidenciando fragmentos de discurso que destacam as vantagens percebidas e reais do uso do GeoGebra na área de Física. Esta subcategoria é essencial para compreender de que maneira a plataforma GeoGebra beneficia o ensino, a aprendizagem e a compreensão de conceitos físicos em um contexto educacional.

As unidades de sentido desta subcategoria incluem "Interdisciplinaridade," "Interação," "Interesse," "Praticidade," "Facilidade," e "Inclusão" (Figura 44). A "Interdisciplinaridade" enfatiza como o GeoGebra pode ser aplicado de maneira transversal, abrangendo múltiplas disciplinas. "Interação" destaca a capacidade do GeoGebra de promover a interatividade entre estudantes e conceitos físicos. "Interesse" se concentra na capacidade do GeoGebra de despertar o interesse dos alunos em conceitos físicos. "Praticidade" enfoca a facilidade de uso da plataforma. "Facilidade" aborda a facilidade de aprendizado e uso do GeoGebra. "Inclusão" refere-se à capacidade do GeoGebra de tornar o ensino de Física mais acessível a uma variedade de públicos.

Figura 44: Subcategoria “Vantagens do uso do GeoGebra”.



Fonte: Elaborado pela autora.

No Quadro 11, os grifos indicam os fragmentos de discurso que identificam claramente as vantagens percebidas e reais do uso do GeoGebra em Física. Seguindo procedimentos de identificação e interpretação, foram codificadas um total de 49 produções que exemplificam como os cursistas percebem e experimentam as vantagens do GeoGebra em seus esforços educacionais em Física.

Quadro 11 - Excerto da produção de cursistas que faz referência às vantagens do uso do GeoGebra.

Produção	Unidade de sentido	Segmento
C801_M8_T8_18ED	Facilidade	Atualmente temos uma variedade enorme de ferramentas digitais a disposição do professor mas confesso que de todas que já tive contato o Geogebra é de longe a melhor delas. Não apenas pelas infinitudes de funções disponíveis e que podem ser desenvolvidas mas pela simplicidade de se trabalhar com o programa
C812_M8_T8_18ED	Inclusão	(...) devemos tentar implantar em nossas aulas, com ajustes auxiliando quem não tem acesso a computadores, ou a uma rede de internet favorável.
C516_M4_T4_17ED	Interação	Tive uma experiencia muito interessante com os alunos em uma outra atividade, quando pedi a eles para construir uma atividade no GeoGebra. Eles levaram algum tempo para desenvolver, mas os conceitos foram bem concretizado.
C511_M7_T7_17ED	Interação	(...) a diferença para essa questão em especial se dê pela resolução mais prática de equações no Geogebra e também pela ilustração que pode ser construída pelo aluno, que também pode animá-la.
C802_M1_T1_18ED	Interação	Além disso, também temos diferentes formas de abordar uma mesma propriedade, o que, em conjunto com a manipulação possibilitada pela ferramenta, pode tornar o

Produção	Unidade de sentido	Segmento
		processo de aprendizagem para o(a) aluno(a) mais interessante.
C548_M4_T4_17ED	Interação	Dessa forma finalizei meu arquivo e o resultado obtido foi, conforme eu atribuo valores ao meu controle deslizante, meu ponto A percorre minha função $f(x) = 2x$
C551_M2_T2_17ED	Interdisciplinaridade	A ideia é levar essa proposta para sala de aula e junto aos alunos realizar construções de relógios com o GeoGebra ao estudarmos movimento circular uniforme e/ou ao estudar medidas de ângulos formados por ponteiros de um relógio.
C800_M4_T4_18ED	Interdisciplinaridade	Dou aula de física, além de matemática, então pensei nessa questão justamente para juntar os dois assuntos das disciplinas física e matemática em uma só abordagem no geogebra.
C800_M4_T4_18ED	Interdisciplinaridade	Uma coisa interessante sobre esse problema de cinemática que abordei é que ele envolve função quadrática e, os dois assuntos, movimento uniformemente variado (física) e estudo das funções (matemática) (...)
C802_M1_T1_18ED	Interesse	De fato, podemos explorar varias propriedades no Geogebra. Além disso, também temos diferentes formas de abordar uma mesma propriedade, o que, em conjunto com a manipulação possibilitada pela ferramenta, pode tornar o processo de aprendizagem para o(a) aluno(a) mais interessante.
C511_M7_T7_17ED	Praticidade	(...) a diferença para essa questão em especial se dê pela resolução mais prática de equações no Geogebra e também pela ilustração que pode ser construída pelo aluno, que também pode animá-la.

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise dessas produções destaca as diversas formas nas quais o GeoGebra contribui para o aprimoramento do ensino, da aprendizagem e da compreensão de conceitos físicos. As unidades de sentido "Interdisciplinaridade," "Interação," "Interesse," "Praticidade," "Facilidade" e "Inclusão" fornecem uma visão abrangente das percepções dos cursistas sobre as vantagens do GeoGebra.

4.4 CATEGORIA 3: EXPLORAÇÃO STEAM COM GEOGEBRA NO ENSINO DE FÍSICA

A terceira categoria foi desenvolvida para explorar o STEAM com GeoGebra no ensino de Física nas produções selecionadas. Para obter uma compreensão mais profunda do tema, realizamos um processo de seleção e delimitação das produções coletadas.

Durante a seleção, foram considerados dois critérios principais: a intenção declarada pelo cursista ao criar as produções e a densidade de unidades de sentido identificadas anteriormente. Identificamos um conjunto de 22 produções originadas de cursistas que

expressaram o propósito de utilizar o GeoGebra no contexto do ensino de Física no ensino médio. Essas produções foram previamente identificadas na unidade de sentido “uso em sala de aula”, pertencente à subcategoria “Uso prático do GeoGebra” da categoria “Análise do uso do GeoGebra nas produções”.

Posteriormente, realizamos a contagem da frequência das unidades de sentido identificadas nas categorias anteriores, conforme detalhado na Tabela 4. Com base nessa análise, foram selecionadas duas produções, ambas coincidentemente pertencentes ao mesmo cursista, para conduzir o processo de categorização.

Tabela 4: Frequência das unidades de sentido por produção dos cursistas.

Produção	Frequência dos Códigos
C506 M4 T4 17ED	21
C511 M7 T7 17ED	20
C800 M4 T4 18ED	15
C502 M4 T4 17ED	15
C788 M7 T7 18ED	15
C794 M8 T8 18ED	15
C501 M4 T4 17ED	14
C539 M4 T4 17ED	14
C785 M8 T8 18ED	14
C521 M1 T1 17ED	13
C555 M4 T4 17ED	13
C524 M2 T2 17ED	12
C544 M2 T2 17ED	12
C498 M4 T4 17ED	11
C525 M2 T2 17ED	11
C781 M8 T8 18ED	11
C791 M1 T1 18ED	11
C786 M2 T2 18ED	10
C520 M4 T4 17ED	10
C784 M7 T7 18ED	9
C496 M3 T3 17ED	8
C518 M1 T1 17ED	6

Fonte: Elaborado pela autora.

Na produção C506_M4_T4_17ED, o cursista utilizou o GeoGebra para abordar e resolver uma situação-problema que destaca o objeto de conhecimento movimento uniforme (Figura 45).

Figura 45 - Excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED.

Movimento Retilíneo Uniforme – QUESTÃO DE ENCONTRO E ULTRAPASSAGEM
por [REDACTED] domingo, 12 Abr 2020, 20:20

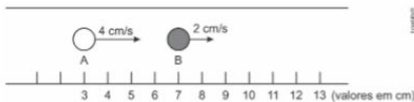
Olá caros cursistas e professores!

Dessa vez fiz algo não muito complexo, mas era uma questão que já queria ter usado em outro momento, não como fiz agora, mas enfim.

Para a [tarefa 1](#) proposta no módulo 4, escolhi a questão abaixo para ser realizada pelo GEOGEBRA. (Desconsidere a parte em vermelho que diz "Exercício resolvido em vídeo")

Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.

1. (G1 – cftmg 2008) Duas esferas A e B movem-se ao longo de uma linha reta, com velocidades constantes e iguais a 4 cm/s e 2 cm/s. A figura mostra suas posições num dado instante.



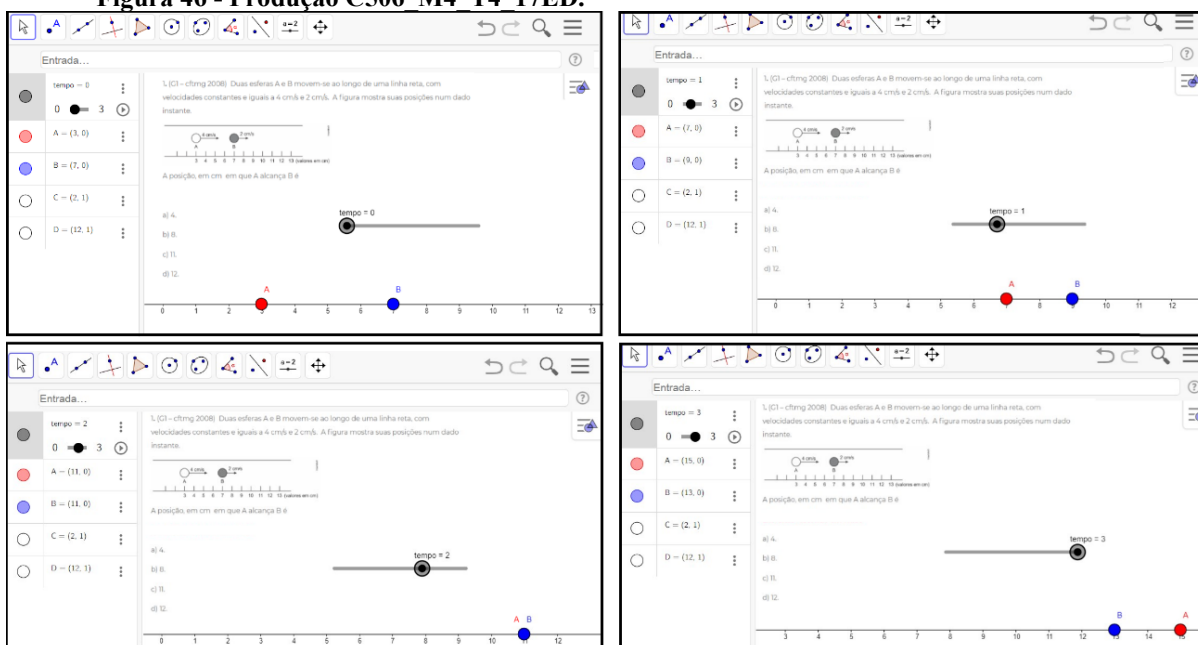
A posição, em cm em que A alcança B é

- 4.
- 8.
- 11.
- 12.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Essa situação-problema envolve duas esferas que partem de pontos distintos, movendo-se em linha reta com velocidades constantes e diferentes. O objetivo da produção foi identificar o momento em que essas esferas se encontrariam (Figura 46).

Figura 46 - Produção C506_M4_T4_17ED.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

A produção C511_M7_T7_17ED mostra o uso do GeoGebra na resolução de uma situação-problema que destaca o objeto de conhecimento, lançamento oblíquo (Figura 47). O enunciado da atividade descreve o lançamento de uma bola a 1,5m de altura do solo. O objetivo

foi identificar a altura máxima que a bola atinge e os momentos em que ela toca o solo e atinge 3m de altura.

Figura 47 - Excerto da produção do cursista C511_M7_T7_17ED.

Questão de máximo de uma função quadrática
por [REDACTED] - domingo, 3 Mai 2020, 22:09

Olá caro cursistas e professores!

Escolhi a primeira opção da [tarefa 1](#) do presente módulo 7, sendo assim segue a questão e em seguida os passos.

Questão

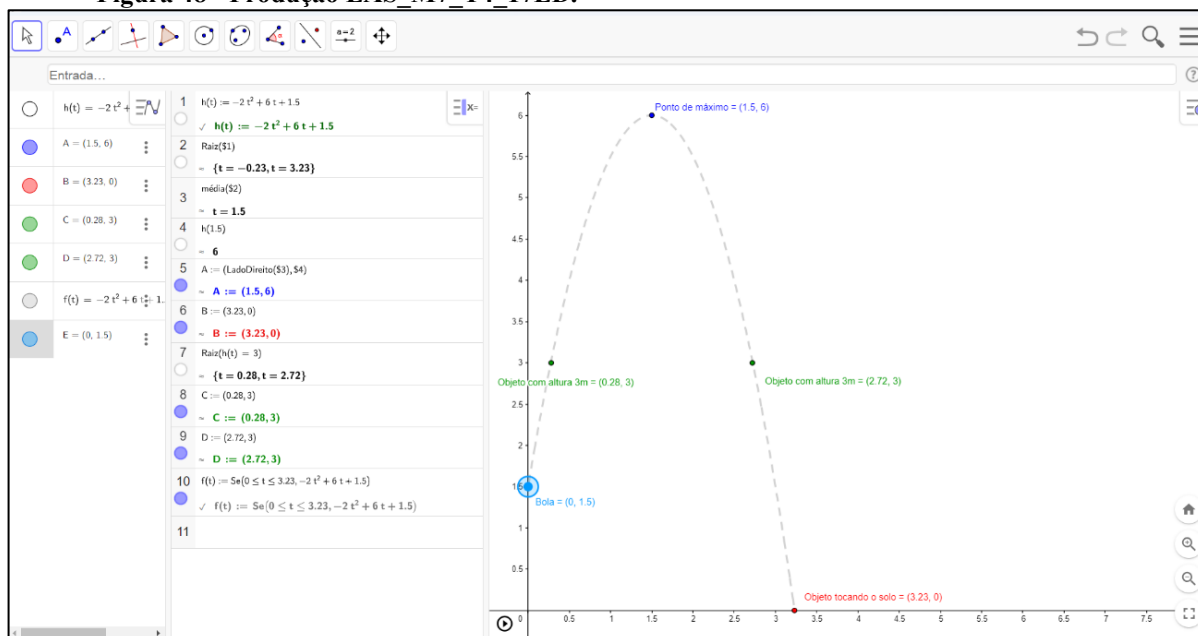
Ao lançarmos uma bola de um ponto situado a 1,5 metros do solo. Após t segundos, a distância da bola ao solo em metros é determinada segundo a expressão seguinte: $h = -2t^2 + 6t + 1,5$

- Qual a altura máxima que a bola alcança?
- Determine, com aproximação decimal de duas casas, o instante que a bola atinge o solo.
- Determine, com a mesma precisão, quanto tempo a bola está a 3 metros do solo.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

O cursista utilizou o GeoGebra para criar um modelo representativo de um sistema físico relacionado à quantidade de movimento, envolvendo a criação de gráficos, simulação de movimento por meio da animação e previsão de trajetória ao manipular a bola, conforme apresentado na Figura 48.

Figura 48 - Produção EAS_M7_T4_17ED.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

A Figura 49 ilustra a categoria “Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física” e suas respectivas subcategorias, bem como as unidades de sentido, estabelecidas com

base na interpretação dessas produções. Essa categoria é composta por seis subcategorias e 13 unidades de sentido, derivadas da fragmentação das produções selecionadas.

Figura 49 - Categoria “Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física”.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.4.1 Integração Interdisciplinar

Esta subcategoria evidencia a conexão de conceitos entre diferentes disciplinas, destacando como o GeoGebra é usado para integrar e interligar esses conceitos de forma interdisciplinar. Nesse sentido foram criadas as seguintes unidades de sentidos “Conexão de disciplinas” e “Interligação de conceitos”.

De acordo com Bacich e Holanda (2020), o sucesso das práticas STEAM está ligado à criação de problemas significativos que estimulem a aprendizagem. Para isso, é essencial que as questões apresentem três características principais: (i) interdisciplinaridade, integrando conhecimentos de várias áreas; (ii) questões abertas, permitindo que os estudantes explorem diferentes abordagens e representações; e (iii) contextualização, baseando-se em situações do

cotidiano e contextos sociais, permitindo que os estudantes utilizem seus conhecimentos prévios na resolução dos problemas.

Isso não só enfatiza a aplicação prática e conjunta de conhecimentos de diferentes áreas, mas também destaca a colaboração entre esses campos de estudo. Essa abordagem interdisciplinar não só fortalece o entendimento dos estudantes sobre os conceitos individuais, mas também enriquece sua capacidade de aplicar esses conhecimentos de maneira integrada e contextualizada. Dessa forma, o GeoGebra se mostra uma ferramenta valiosa na promoção de uma educação integrada, que prepara os estudantes para enfrentar desafios complexos e reais, incentivando a inovação e a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento.

4.4.1.1 Conexão de disciplinas

Refere-se à integração de conceitos de diferentes disciplinas para criar um entendimento holístico de fenômenos físicos. Isso envolve a aplicação conjunta de conceitos de matemática, física, e outras áreas para compreender e resolver problemas complexos.

Na análise das produções do cursista utilizando o GeoGebra, foi observada uma conexão entre os conceitos de cinemática (movimento uniforme), álgebra (função) e geometria (reta numérica).

Na produção C506_M4_T4_17ED, ao manipular o controle deslizante (Figura 50), podemos observar o deslocamento dos pontos que representam as esferas, evidenciando a interação entre diferentes velocidades e sua relação com a distância percorrida.

Figura 50 - Recortes da Produção C506_M4_T4_17ED.

No GEOGEBRA

Fiz a construção da seguinte forma, em resumos:

i) controle deslizante t , para ir analisando as posições com o passar do tempo.

ii) utilizei as funções de posição como equação paramétrica dos pontos A e B, colocando na barra de entrada os valores na abcissa x e nas ordenadas y , de cada ponto.

Ao movimentar o controle deslizante dá pra observarmos o instante em que ele se encontram e consequentemente a posição.

Re: Movimento Retilíneo Uniforme – QUESTÃO DE ENCONTRO E ULTRAPASSAGEM
 por [nome] - terça, 14 Abr 2020, 00:42

Olá,

Agradecido por seu comentário.

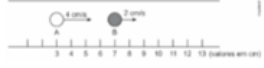
Então, a minha ideia foi bem básica quanto a construção e aplicação na questão escolhida. E dá para relacionarmos as disciplinas de física e matemática nos assuntos de função do primeiro grau, neste caso apresentado na questão sobre apenas um eixo, o das abcissas. (poderíamos ter utilizado apenas o eixo y , caso a questão trouxesse essa problemática)

A abordagem também pode variar de acordo com a turma, pois a primeiro modo se fosse uma turma de 1º ano do EM, não precisaríamos falar de equação paramétrica. Mas já a uma turma de 3º ano do EM, em que estão revisando um pouco de tudo para os vestibulares, seria válida o uso da nomenclatura.

Espero ter respondido, se foi isso o que perguntou. Caso não, pode fazer a pergunta novamente.

Abraço! =)

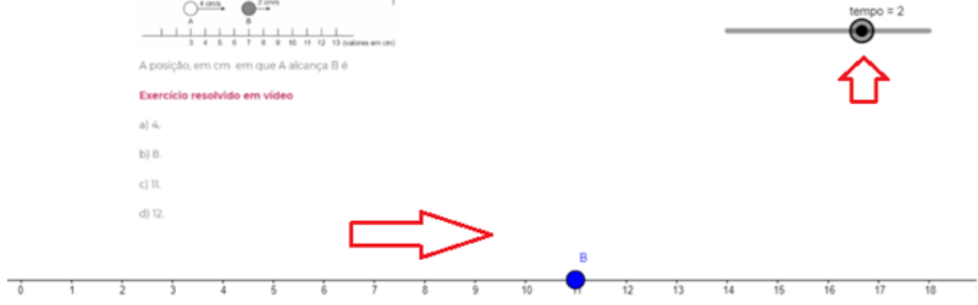
1. (CI - cftmg 2008) Duas esferas A e B movem-se ao longo de uma linha reta, com velocidades constantes e iguais a 4 cm/s e 2 cm/s. A figura mostra suas posições num dado instante.



A posição, em cm, em que A alcança B é

Exercício resolvido em vídeo

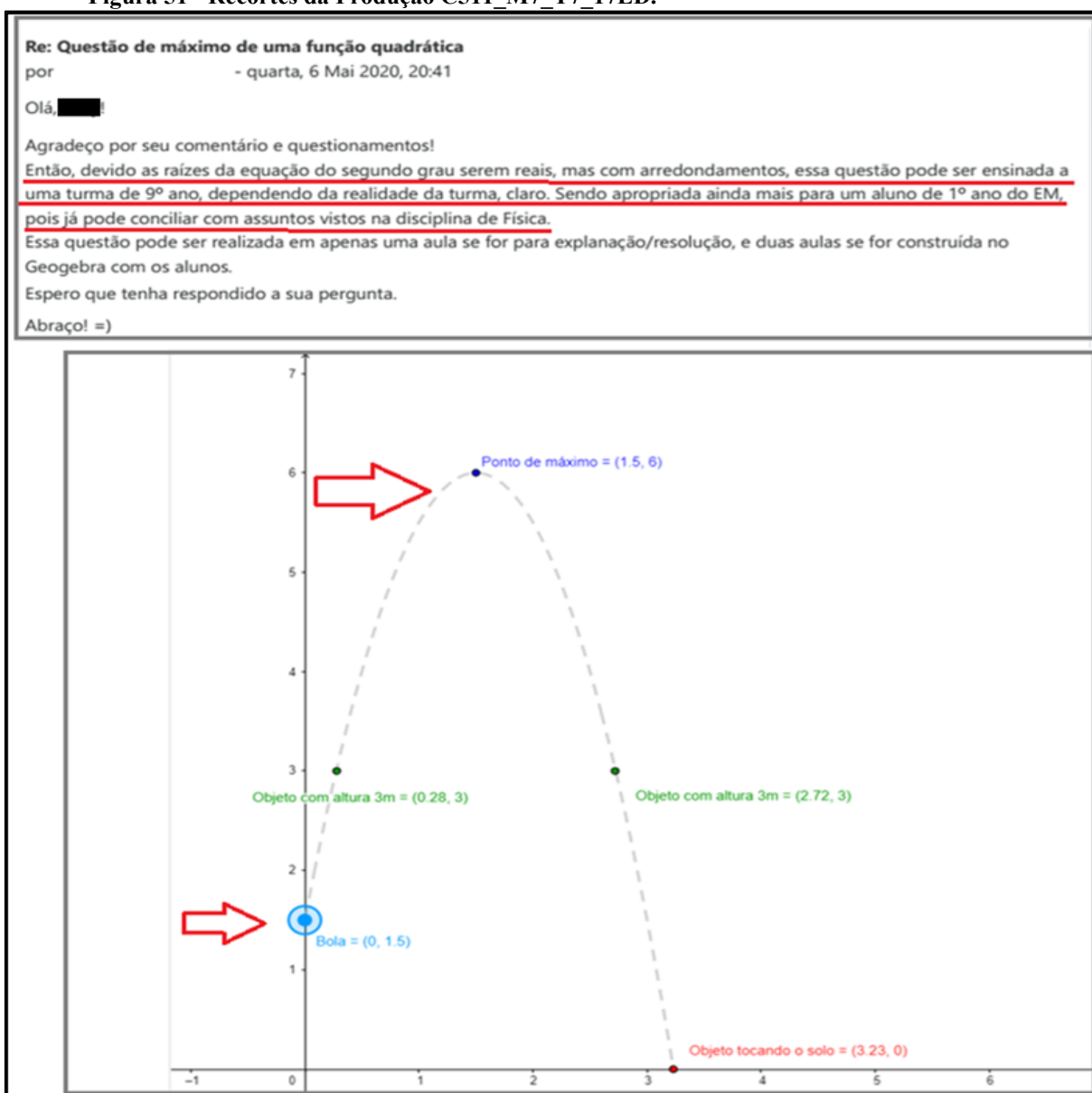
a) 4.
 b) 8.
 c) 11.
 d) 12.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Na produção C511_M7_T7_17ED, ao mover o ponto representando a bola sobre a trajetória (Figura 51), foi possível visualizar momentos específicos, como a altura máxima atingida, o instante de contato com o solo e os períodos em que a bola se encontrava a três metros do solo. Essas análises destacam a integração de múltiplos conceitos para compreender as dinâmicas e as variáveis envolvidas nos fenômenos físicos.

Figura 51 - Recortes da Produção C511_M7_T7_17ED.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

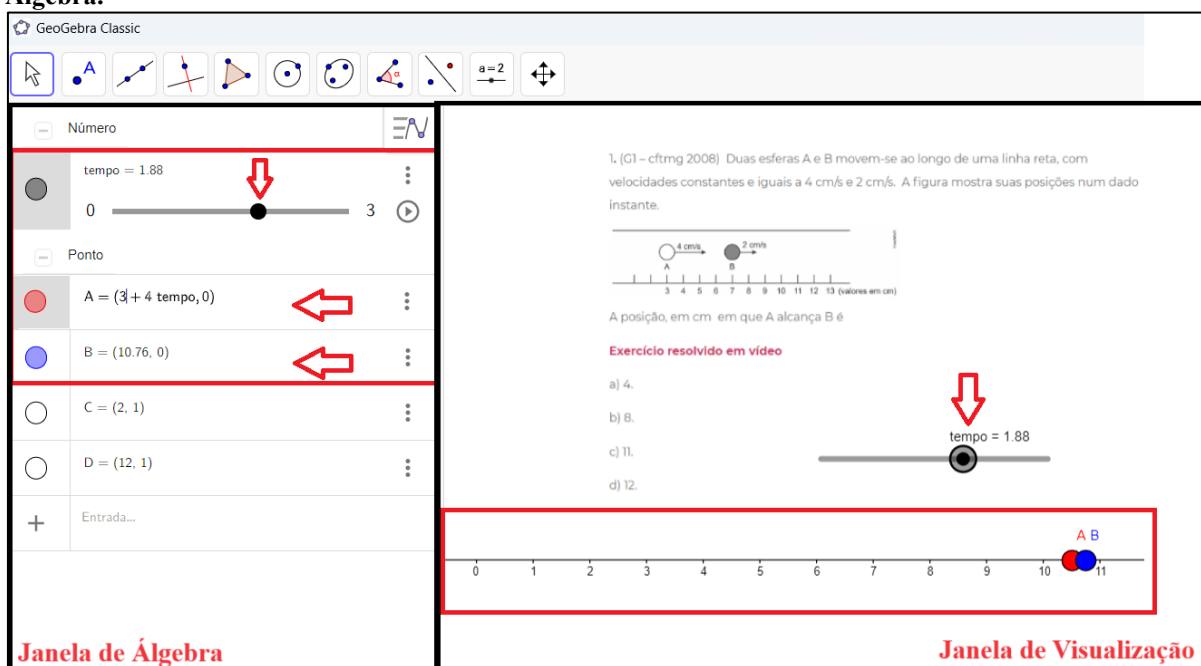
4.4.1.2 Interligação de conceitos

Relaciona-se com a habilidade de conectar e relacionar conceitos de diferentes áreas do conhecimento, como matemática e física, usando o GeoGebra como ferramenta unificadora para demonstrar a interdependência entre esses conceitos.

Na análise das produções do cursista com o GeoGebra, foi observada a integração entre conceitos de cinemática, geometria e álgebra. Ao manipular o tempo usando o controle deslizante na produção C506_M4_T4_17ED, observamos o deslocamento dos pontos representativos das esferas até o ponto de encontro na janela de visualização e as suas

respectivas coordenadas na janela de Álgebra (Figura 52). Isso permitiu visualizar não apenas a trajetória, mas também a representação algébrica do movimento.

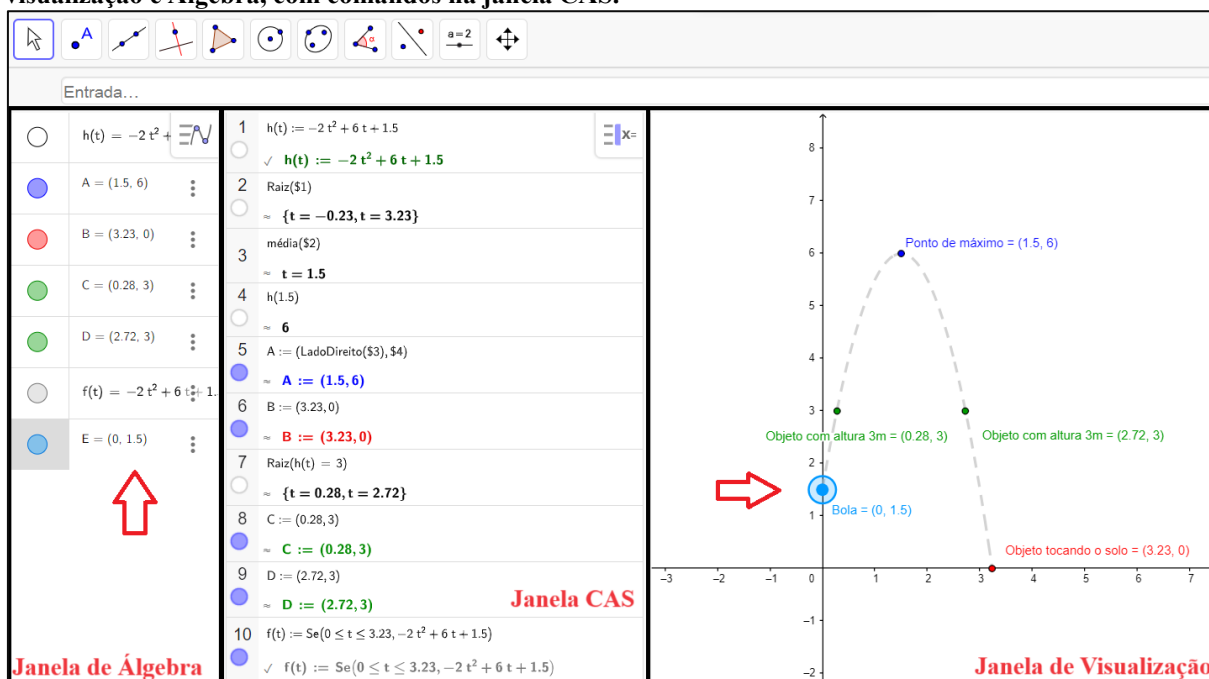
Figura 52 - Manipulação do controle deslizante na Produção C506_M4_T4_17ED, com deslocamento das esferas na janela de visualização e a visualização das suas coordenadas na janela de Álgebra.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Na Produção C511_M7_T7_17ED, ao movimentar o ponto representando a bola na trajetória na janela de visualização, suas coordenadas na janela de Álgebra foram acompanhadas e, por meio da janela CAS, podemos visualizar como foram determinadas as coordenadas exatas dos pontos que indicam a altura máxima alcançada, o instante de contato com o solo e os momentos em que a bola estava a três metros do solo (Figura 53).

Figura 53 - Produção C511_M7_T7_17ED - Manipulação do ponto e de coordenadas nas janelas de visualização e Álgebra, com comandos na janela CAS.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Essas análises evidenciam a interdependência entre os conceitos matemáticos e físicos na resolução desses problemas, revelando a conexão intrínseca entre áreas distintas de conhecimento através do GeoGebra.

4.4.2 Resolução Criativa de Problemas

Essa subcategoria concentra-se no uso criativo do GeoGebra na resolução de desafios ou problemas complexos. Aqui, são exploradas abordagens inovadoras ou soluções únicas encontradas por meio da utilização dessa ferramenta. Nesse sentido foram criadas as unidades de sentidos “Abordagem criativa” e “Soluções inovadoras”.

Segundo Bacich e Holanda (2020, p. 65), propostas STEAM podem melhorar a compreensão dos alunos, desenvolver atitudes positivas em relação à ciência, estimular a criatividade, promover autonomia e fortalecer diversas habilidades, desde que o planejamento seja bem estruturado. Isso inclui garantir que o contexto seja relevante, integrar com outros conhecimentos, apresentar problemas desafiadores e oferecer estratégias variadas para contato, registro, reflexão e comunicação.

Nesse contexto, o GeoGebra se destaca ao possibilitar a exploração de múltiplos caminhos e estratégias para resolver problemas, alinhando-se aos princípios STEAM ao

oferecer um ambiente que estimula a criatividade e o pensamento crítico. Ao integrar o GeoGebra nas práticas pedagógicas, é possível propor desafios que sejam relevantes e desafiadores, promovendo uma aprendizagem mais profunda e eficaz, e evitando a superficialidade e fragilidade no pensamento.

4.4.2.1 Abordagem criativa

Diz respeito à aplicação de métodos criativos e originais usando o GeoGebra como ferramenta de exploração e aprendizado de conceitos físicos, busca por caminhos e soluções não convencionais, incentivando os estudantes a pensarem e resolverem problemas de maneira inventiva, indo além das soluções tradicionais.

Na análise detalhada das produções do cursista utilizando o GeoGebra, percebemos uma abordagem criativa ao resolver os problemas (Figura 54 e Figura 55). O cursista demonstrou uma abordagem inventiva ao explorar problemas cinemáticos de forma criativa no *software*, resolvendo problemas de maneiras não convencionais. Na Produção C506_M4_T4_17ED, por exemplo, a manipulação do controle deslizante representando o tempo possibilitou uma análise única da interseção entre os movimentos das esferas A e B (Figura 52). Isso permitiu uma exploração original da cinemática, revelando detalhes não convencionais sobre o deslocamento relativo das esferas em função da posição inicial, da velocidade constante e do tempo.

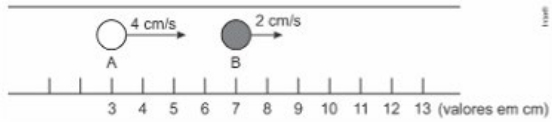
Figura 54 - Problema utilizado na Produção C506_M4_T4_17ED.

Para a [tarefa 1](#) proposta no módulo 4, escolhi a questão abaixo para ser realizada pelo GEOGEBRA.

Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.

1. (G1 – cftmg 2008) Duas esferas A e B movem-se ao longo de uma linha reta, com

→ velocidades constantes e iguais a 4 cm/s e 2 cm/s. A figura mostra suas posições num dado instante.



A posição, em cm em que A alcança B é

a) 4.
b) 8.
c) 11.
d) 12.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Da mesma forma, na Produção C511_M7_T7_17ED, ao explorar a função que descreve a altura da bola em função do tempo, o cursista aplicou conceitos de maneira criativa e explorou

estratégias originais para determinar não apenas a altura máxima atingida, mas também os instantes específicos de sua trajetória (Figura 53).

Figura 55 - Problema utilizado na Produção C511_M7_T7_17ED.


Questão

Ao lançarmos uma bola de um ponto situado a 1,5 metros do solo. Após t segundos, a distância da bola ao solo em metros é determinada segundo a expressão seguinte: $h = -2t^2 + 6t + 1,5$

a) Qual a altura máxima que a bola alcança?

b) Determine, com aproximação decimal de duas casas, o instante que a bola atinge o solo.

c) Determine, com a mesma precisão, quanto tempo a bola está a 3 metros do solo.

Resolução no GEOGEBRA 

Após abrir o Geogebra e exibir a janela CAS, fiz os passos a seguir:

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

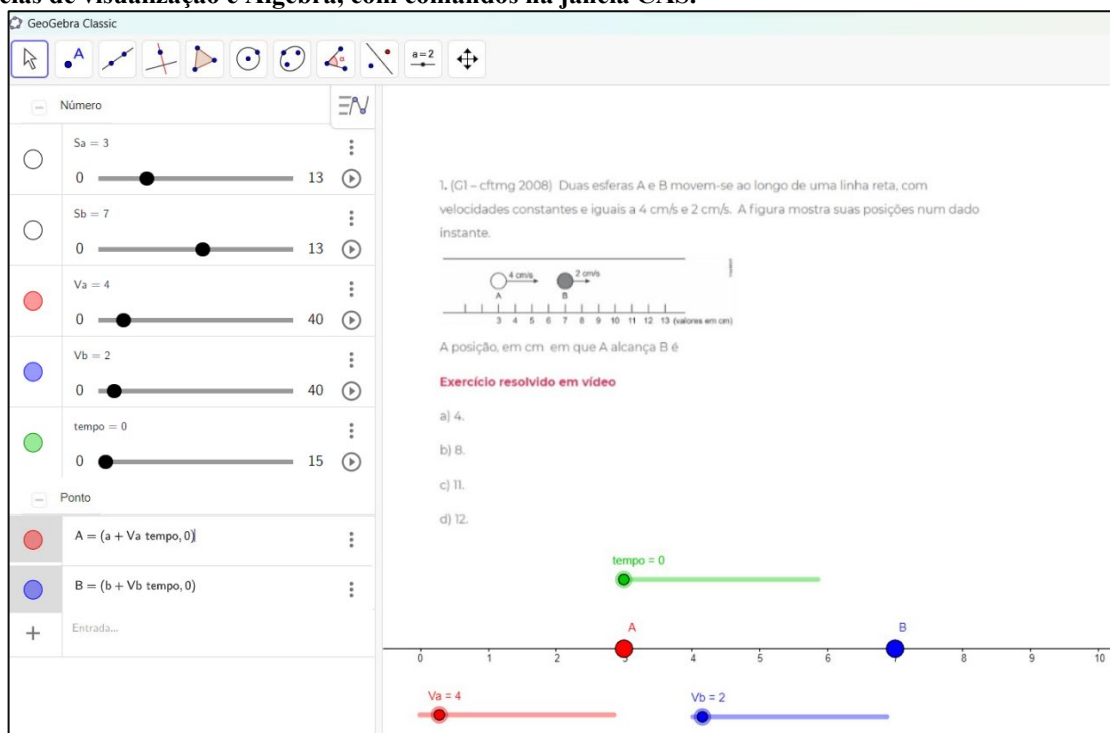
Essas abordagens destacam a busca por caminhos não triviais para resolver problemas propostos.

4.4.2.2 Soluções inovadoras

Refere-se à habilidade de usar o GeoGebra de forma inovadora na resolução de problemas, destacando o uso de abordagens criativas e soluções únicas para desafios ou questões de Física.

Ao analisar as produções do cursista com o GeoGebra, destacamos exemplos notáveis de soluções inovadoras. Por exemplo, após alguns ajustes na Produção EAS_M4_T4_17E, foi possível não apenas de manipular o controle deslizante referente ao tempo, mas também de alterar as posições dos pontos representativos das esferas e suas respectivas velocidades. Essa modificação possibilita explorar uma variedade de cenários e determinar distintos pontos de convergência, demonstrando um uso original das ferramentas para resolver problemas e explorar uma variedade mais abrangente de conceitos (Figura 56).

Figura 56 - Ajuste na Produção C506_M4_T4_17ED - Manipulação do ponto e de coordenadas nas janelas de visualização e Álgebra, com comandos na janela CAS.



Fonte: Adaptação da base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Já na Produção C511_M7_T7_17ED, a abordagem do lançamento da bola, utilizando a expressão fornecida, mostrou-se inovadora ao calcular o instante que a bola atinge o solo e o tempo em que ela se encontra a uma determinada altura, fornecendo soluções não convencionais para os desafios propostos.

Esses exemplos evidenciam a capacidade do GeoGebra como ferramenta para o desenvolvimento de soluções criativas e singulares na resolução de problemas físicos.

4.4.3 Visualização Avançada de Dados

Nesta subcategoria, o foco está na representação visual avançada de dados complexos utilizando o GeoGebra. Nesse sentido foram criadas as unidades de sentidos “Informações acessíveis”, “Representação e visualização de dados complexos”.

Tais características fazem parte da inovação educacional que demanda práticas pedagógicas com alunos mais participativos, críticos e criativos (MAIA, 2021), também centrais na abordagem STEAM.

A relevância dessa ferramenta está na sua capacidade de facilitar a interpretação e a compreensão de informações por meio de representações visuais. Em particular, o GeoGebra permite traduzir dados complexos em gráficos, diagramas e outras formas visuais acessíveis,

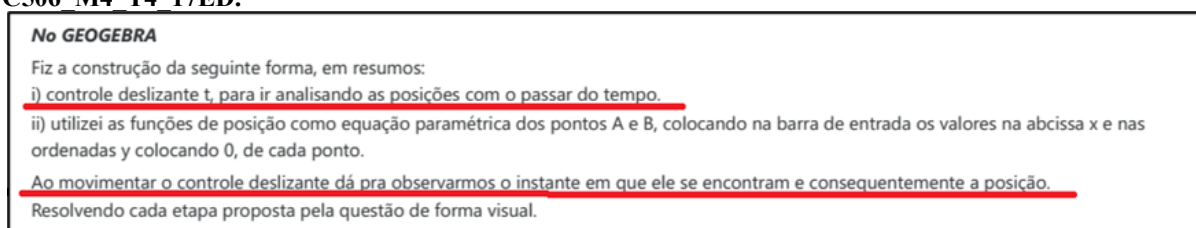
proporcionando uma compreensão mais clara e aprofundada dos fenômenos estudados. Assim, ao utilizar essas representações visuais, os alunos podem explorar e analisar informações de maneira mais eficiente, promovendo uma aprendizagem mais rica e engajada.

4.4.3.1 Informações acessíveis

Refere-se à apresentação de informações físicas complexas em formatos acessíveis, utilizando recursos visuais gerados pelo GeoGebra para tornar os conceitos mais compreensíveis.

Ao analisar as produções do cursista com o GeoGebra, foi possível identificar exemplos claros de informações acessíveis. Na Produção C506_M4_T4_17ED, o controle deslizante representando o tempo, o cursista apresentou visualmente o movimento das esferas ao longo do tempo, facilitando a compreensão do momento em que A alcança B através de representações visuais claras e de fácil interpretação (Figura 57).

Figura 57 - Identificação da unidade de sentido - Informações acessíveis na produção C506 M4 T4 17ED.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

O uso do controle deslizante possibilita a visualização da relação entre tempo e posição, estabelecendo uma conexão direta com o conceito de velocidade. Nesse contexto, a produção do cursista adquiriu uma camada adicional de significado. Essa abordagem não só contribuiu para a compreensão do tema central, mas também possibilitou a exploração de diferentes conceitos da Física, transcendendo a intenção inicial para a qual a atividade foi desenvolvida.

A Produção C511_M7_T7_17ED destaca a exploração da função que descreve a altura da bola lançada (Figura 58), onde o cursista recorreu a gráficos e representações visuais. Essa abordagem foi utilizada para esclarecer o comportamento da bola em diferentes momentos, tornando os conceitos, como altura máxima, instante de contato com o solo e momentos específicos em que a bola está a uma certa altura do solo, mais compreensíveis.

Ao utilizar gráficos e representações visuais, o cursista proporcionou uma compreensão mais acessível e clara das grandezas físicas descritas na atividade, contribuindo para uma interpretação mais intuitiva e aprofundada dos fenômenos físicos estudados.

Figura 58 - Identificação da unidade de sentido - Informações acessíveis na produção C511_M7_T7_17ED.

Passo 6: Como já conhecíamos o intervalo, a partir do passo 2, este passo foi utilizado para identificar na JANELA DE VISUALIZAÇÃO o ponto onde a bola toca o solo. Respondendo a letra "b" da questão.
linha \$6: B := (3.23, 0) e dá enter

Passo 7: Determinando o que é pedido na letra "c" da questão, o tempo quando a altura é 3 metros.
linha \$7: digitar Raiz(h(t) = 3) e dá enter

>>> Aqui poderíamos ter encerrado e concluído a questão
 ----- >>> Abaixo segue alguns passos
 para ajudar na visualização completa da situação descrita na questão.

Passo 8: Representei os pontos em que a altura é 3 metros.
linha \$8: digitar C := (0.28, 3) e dá enter
linha \$9: digitar D := (2.72, 3) e dá enter

Passo 9: Agora que já conhecia todos os pontos solicitados quis ilustrar apenas a trajetória no intervalo que a bola percorreu, para isso fiz.
linha \$10: digitar f(t) := -2t² + 6t + 1.5, (0 ≤ t ≤ 3.23) e dá enter

obs: Na JANELA DE ALGEBRA ou no CAS, ocultei a curva h(t).

Passo 10: Quis um ponto que percorresse a curva do passo anterior, pra representar a bola.
na Entrada, digitei ponto(f)

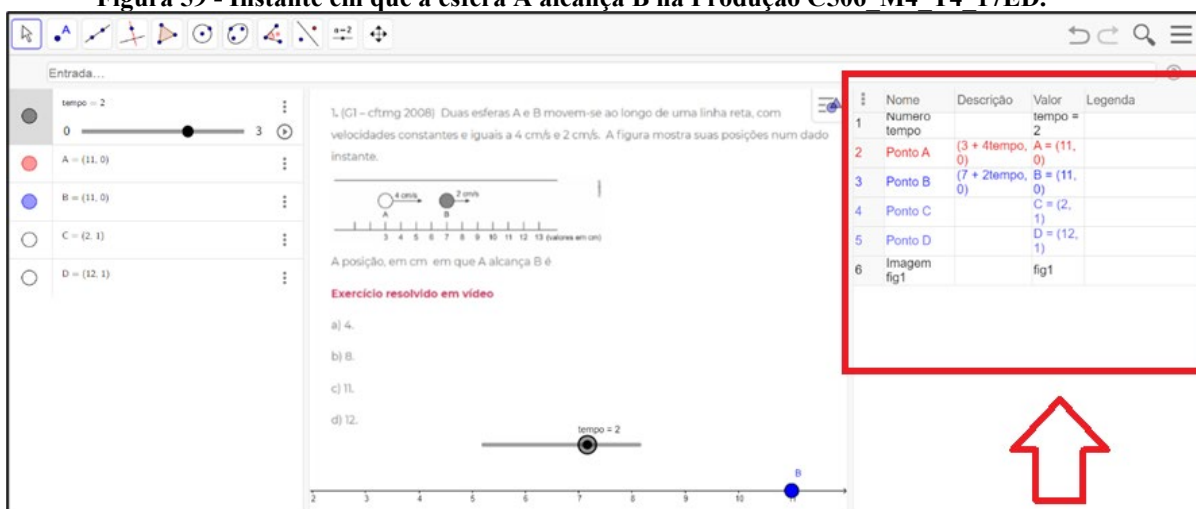
Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

4.4.3.2 Representação e visualização de dados complexos

Envolve a capacidade de criar representações visuais detalhadas e complexas dos conceitos físicos, usando o GeoGebra para apresentar informações de maneira visualmente acessível e compreensível por meio de gráficos, animações ou outras representações visuais, facilitando a compreensão desses conceitos pelos estudantes.

Ao analisar as produções do cursista com o GeoGebra, foi evidente o uso eficaz de representações visuais complexas. Na Produção C506_M4_T4_17ED, ao manipular as esferas A e B, o cursista utilizou gráficos e representações visuais para demonstrar o movimento das esferas, detalhando instante e o ponto de encontro, criando uma visualização clara do momento em que A alcança B. Além disso, é possível explorar o recurso “Protocolo de Construção”, que proporciona uma narrativa visual passo a passo, detalhando cada etapa do movimento e encontro das esferas (Figura 59). Essa abordagem oferece aos estudantes uma visualização mais clara e gradual do fenômeno físico em estudo, contribuindo para sua compreensão do movimento e interação entre os objetos.

Figura 59 - Instante em que a esfera A alcança B na Produção C506_M4_T4_17ED.



Fonte: Adaptação da base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Na Produção C511_M7_T7_17ED, ao explorar a função que descreve a altura da bola lançada é possível visualizar o gráfico detalhado e acompanhar a trajetória da bola ao longo do tempo, apresentando visualmente cada momento. Na Figura 60 observamos que o cursista destaca o *software* não apenas pela sua capacidade de simplificar a manipulação de equações, mas também por permitir a criação de ilustrações animadas. Essa característica proporciona uma abordagem mais dinâmica e visual para a compreensão dos conceitos. O cursista ressalta a vantagem de representar graficamente equações complexas, especialmente aquelas que envolvem valores complexos. A animação é enfatizada como um elemento importante para facilitar a compreensão desses cálculos, destacando a importância da visualização na interpretação de dados mais intrincados.

Figura 60 - Identificação da unidade de sentido - Informações acessíveis na produção C511_M7_T7_17ED.

Re: Questão de máximo de uma função quadrática
 por [redacted] - quarta, 6 Mai 2020, 19:29
 Olá, professora [redacted]!
 Muito obrigado por seu comentário!
 Acredito que a diferença para essa questão em especial se dá pela resolução mais prática de equações no Geoqebra e também pela ilustração que pode ser construída pelo aluno, que também pode animá-la. Embora seja possível responder de forma manuscrita ainda que esboçando, a animação ajuda bastante. E os cálculos, a depender da equação podem ser um empecilho, de forma manuscrita, para chegar a resposta correta. Principalmente pela questão de solução que dependem de valores de radicais. Daí envolve a habilidade do aluno com divisões e aproximações, o que exige todo um cuidado se ele não domina além outros conteúdos da questão, estes.
 Abraço!

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

4.4.4 Inovação Tecnológica

Essa subcategoria refere-se à utilização dos recursos avançados do GeoGebra, demonstrando como as ferramentas tecnológicas são integradas para inovar no processo de aprendizagem. Nesse sentido foram criadas as unidades de sentidos “Ferramentas tecnológicas” e “Integração de recursos”.

No contexto do STEAM, é necessária uma mudança na teoria sobre o que é ensinar e aprender, posicionando as tecnologias digitais como ferramentas cognitivas para os alunos. Essas ferramentas auxiliam na criação, expressão, interação, colaboração e resolução de problemas. O aluno torna-se o centro do processo de aprendizagem, sendo estimulado a construir conhecimentos, avaliando e decidindo o percurso a ser traçado em sua relação com os diferentes saberes (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 65).

Com o auxílio da tecnologia, as redes e novas conexões formadas ampliam-se significativamente, exigindo um aprendizado prático e não apenas teórico. A possibilidade de aprender a utilizar as tecnologias digitais de forma integrada só se concretiza quando estudantes e educadores as empregam em situações reais de aprendizagem. Esse uso colaborativo e vivencial de tecnologias digitais em contextos de resolução de problemas, discussão e reflexão promove uma aprendizagem verdadeiramente transformadora.

Destacamos não apenas o uso das funcionalidades avançadas do GeoGebra, mas também como essa integração tecnológica favorece uma abordagem mais dinâmica e eficiente no ensino, permitindo a exploração de conceitos de maneira mais prática e interativa. o

4.4.4.1 Ferramentas tecnológicas

Diz respeito à aplicação e integração de diversas ferramentas tecnológicas no contexto do GeoGebra, permitindo a ampliação das possibilidades de exploração e compreensão de conceitos físicos de maneira inovadora e tecnológica.

Na análise das produções do cursista com o GeoGebra, foi observado exemplos relevantes dessa aplicação. Na C506_M4_T4_17ED, algumas das ferramentas do GeoGebra que foram empregadas pelo cursista incluem:

- i. Controle Deslizante: Utilizado para representar o tempo e acompanhar o movimento das esferas A e B ao longo da linha reta.
- ii. Janela de Visualização: Permite visualizar as representações visuais das esferas A e B em movimento, demonstrando suas posições em relação ao tempo.

- iii. Janela de Álgebra: Mostra as coordenadas das esferas A e B em tempo real, possibilitando acompanhar numericamente suas posições.
- iv. O recurso de animação: Mostra uma simulação visual do movimento das esferas A e B em relação ao tempo ao longo da linha reta, proporcionando uma representação mais dinâmica e compreensível do encontro entre as esferas.

Na C511_M7_T7_17ED, algumas ferramentas específicas do GeoGebra podem ser empregadas:

- i. Gráficos e Funções: Usados para representar graficamente a função $h(t) = -2t^2 + 6t + 1,5$, mostrando a trajetória da bola ao longo do tempo.
- ii. Janela de Álgebra e Visualização Gráfica: Permite acompanhar numericamente a altura da bola ao solo conforme a expressão fornecida e observar graficamente sua trajetória.
- iii. Ponto deslizante sobre o gráfico: Permite a interação com a trajetória da bola, deslizando o ponto e demonstrando visualmente como a altura da bola varia conforme o tempo.
- iv. O recurso de animação: Empregada para representar graficamente a trajetória da bola conforme varia o tempo t . A animação permite observar como a altura da bola em relação ao solo se modifica ao longo do tempo, de acordo com a função fornecida.

Essas ferramentas possibilitam a representação visual, manipulação de variáveis e acompanhamento em tempo real de diferentes aspectos dos problemas propostos nas produções C506_M4_T4_17ED e C511_M7_T7_17ED.

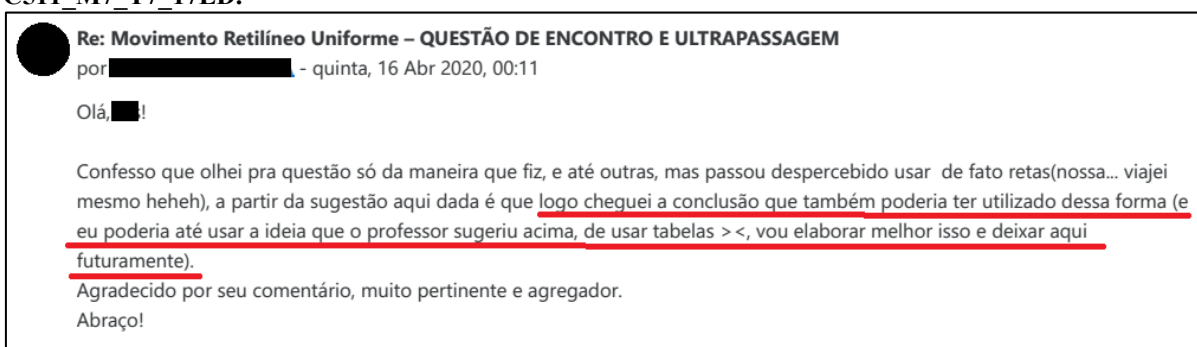
4.4.4.2 Integração de recursos

Enfatiza a integração e combinação de diferentes recursos e funcionalidades disponíveis no GeoGebra, permitindo aos estudantes explorarem e compreenderem fenômenos físicos de maneira mais abrangente e integrada.

As produções do cursista ofereceram uma visão notável dessa integração. Por exemplo, na Produção C506_M4_T4_17ED, o cursista utilizou funções e ferramentas de geometria dinâmica do GeoGebra, além de manipular os recursos de movimento linear através do controle deslizante. Isso permitiu visualizar o deslocamento das esferas A e B ao longo do tempo, investigando como as velocidades constantes afetam o encontro entre elas.

Além disso, o cursista reconheceu que inicialmente não havia considerado a utilização de retas em suas produções. No entanto, após receber a sugestão, percebeu o potencial dessa abordagem. Também mencionou a possibilidade de incorporar a ideia de usar tabelas, sugerida por outro cursista, em futuras produções (Figura 61). Essa abordagem evidencia uma integração de diferentes recursos e sugestões para aprimorar seu trabalho.

Figura 61 - Identificação da unidade de sentido “Integração de recursos” na produção C511_M7_T7_17ED.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Outro exemplo é observado na Produção C511_M7_T7_17ED, na qual o cursista utilizou a expressão matemática fornecida para representar a trajetória da bola lançada e visualizar isso na janela de visualização. Essa abordagem permitiu identificar diferentes pontos da trajetória, aproveitando a janela de visualização para analisar momentos como altura máxima, tempo de queda e distância ao solo.

Essas demonstrações evidenciam como a integração dos recursos disponíveis no GeoGebra, como controle deslizante, janela CAS, janela de visualização, animação, caixa de entrada, entre outros, permitiu uma maior exploração dos fenômenos físicos abordados, possibilitando aos estudantes uma experiência mais completa e integrada de aprendizado.

4.4.5 Simulações e Modelagem

Na subcategoria "Simulações e Modelagem", explora-se a capacidade do GeoGebra de criar simulações e modelar fenômenos. Foram criadas as unidades de sentido “Representação de modelagem” e “Simulações”.

Na abordagem STEAM, a compreensão matemática deve passar por etapas de inter-relação entre a situação real, o modelo abstrato, a estratégia de resolução e a volta ao modelo e à situação inicial. O professor deve entender que resolver problemas matemáticos não é apenas

aplicar uma resolução já vista, mas envolver investigação, testagem de hipóteses, argumentação, tentativa, erro, análise e retomada (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 106).

O STEAM se destaca por integrar ciências, matemática, engenharia, tecnologia e artes para resolver problemas cotidianos e sociais. As aulas com essa abordagem partem de uma questão contextualizada, a partir da qual os projetos dos alunos se desenvolvem.

Destaca-se como essa ferramenta é utilizada para representar situações do mundo real por meio de simulações interativas e modelos dinâmicos, permitindo a visualização e compreensão de conceitos abstratos através de representações concretas e dinâmicas. Nesse sentido foram criadas as unidades de sentidos “Representação de modelagem” e “Simulações”.

4.4.5.1 Representação da modelagem

Diz respeito à habilidade de representar visualmente as modelagens de fenômenos físicos através do GeoGebra, permitindo a observação e exploração de diferentes fenômenos de maneira interativa e dinâmica, além de possibilitar desenvolver modelos matemáticos que representam situações reais de maneira mais próxima possível.

Ao analisar as produções do cursista, percebemos a capacidade de aplicar um modelo matemático para representar os movimentos das esferas e da bola. Na produção C506_M4_T4_17ED, ao apresentar duas funções de posição para as esferas A e B ($S = 3 + 4t$ e $S = 7 + 2t$), o cursista está utilizando uma modelagem matemática para descrever o movimento dos pontos ao longo do tempo no GeoGebra (Figura 62).

Figura 62 - Identificação da unidade de sentido “Representação da modelagem” na produção C506_M4_T4_17ED.

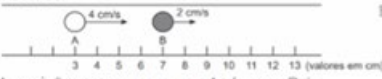
Movimento Retilíneo Uniforme – QUESTÃO DE ENCONTRO E ULTRAPASSAGEM

por [REDACTED] - domingo, 12 Abr 2020, 20:20
Olá caros cursistas e professores!

Dessa vez fiz algo não muito complexo, mas era uma questão que já queria ter usado em outro momento, não como fiz agora, mas enfim. Para a [tarefa 1](#) proposta no módulo 4, escolhi a questão abaixo para ser realizada pelo GEOGEBRA.

Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.

1. (G1 – cftmg 2008) Duas esferas A e B movem-se ao longo de uma linha reta, com velocidades constantes e iguais a 4 cm/s e 2 cm/s. A figura mostra suas posições num dado instante.



A posição, em cm, em que A alcança B é

- 4.
- 8.
- 11.
- 12.

Vale claro, algumas observações, são elas:

- Resolvi a questão previamente, para saber a função posição de cada esfera através da expressão $s=s_0+v.t$ (onde, em relação a cada móvel, s é a posição final, s_0 é a posição inicial, v é a velocidade e t -tempo)

Assim temos duas funções posição, uma para A e outra para B, são elas:

$$S_A = 3 + 4t \quad \text{e} \quad S_B = 7 + 2t$$

No GEOGEBRA

Fiz a construção da seguinte forma, em resumos:

- controle deslizante t , para ir analisando as posições com o passar do tempo.
- utilizei as funções de posição como equação paramétrica dos pontos A e B, colocando na barra de entrada os valores na abscissa x e nas ordenadas y colocando 0, de cada ponto.

Ao movimentar o controle deslizante dá pra observarmos o instante em que ele se encontram e conseqüentemente a posição.

Resolvendo cada etapa proposta pela questão de forma visual.

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Essa abordagem visual, destacada pelo uso do controle deslizante, proporciona uma representação gráfica dinâmica que permite observar o instante em que os pontos se encontram, contribuindo assim para uma compreensão visual e intuitiva do problema proposto. Essa prática evidencia a aplicação da modelagem matemática no GeoGebra como uma ferramenta eficaz na representação e interpretação de fenômenos físicos.

Os trechos da produção C511_M7_T7_17ED, destacados na Figura 63, foram relacionados à unidade de sentido "Representação da modelagem" devido ao seu enfoque na aplicação e visualização do modelo matemático para representar a trajetória da bola lançada em relação ao tempo. Para isso, o cursista criou gráficos detalhados, proporcionando uma visualização dinâmica do movimento.

Figura 63 - Identificação da unidade de sentido “Representação da modelagem” na produção C511_M7_T7_17ED.

Questão de máximo de uma função quadrática
por [REDACTED] domingo, 3 Mai 2020, 22:09

Olá caro cursistas e professores!
Escolhi a primeira opção da [tarefa 1](#) do presente módulo 7, sendo assim segue a questão e em seguida os passos.

Questão
Ao lançarmos uma bola de um ponto situado a 1,5 metros do solo. Após t segundos, a distância da bola ao solo em metros é determinada segundo a expressão seguinte: $h = -2t^2 + 6t + 1,5$

a) Qual a altura máxima que a bola alcança?
b) Determine, com aproximação decimal de duas casas, o instante que a bola atinge o solo.
c) Determine, com a mesma precisão, quanto tempo a bola está a 3 metros do solo.

Resolução no GEOGEBRA
Após abrir o GeoGebra e exibir a janela CAS, fiz os passos a seguir:

Passo 1: Escrever a função (sem o intervalo, pois ainda não o sabemos) e assim exibir na janela de visualização.
linha \$1: digitar $h(t) := -2t^2 + 6t + 1,5$ e clicar em "MANTER ENTRADA" na janela CAS.

Passo 4: Determinando o que é pedido na letra "a" da questão, através do Yv (y do vértice).
linha \$4: escrever $h(1.5)$ e dá enter

Passo 6: Como já conhecíamos o intervalo, a partir do passo 2, este passo foi utilizado para identificar na JANELA DE VISUALIZAÇÃO o ponto onde a bola toca o solo. Respondendo a letra "b" da questão.
linha \$6: $B := (3.23, 0)$ e dá enter

Passo 7: Determinando o que é pedido na letra "c" da questão, o tempo quando a altura é 3 metros.
linha \$7: digitar $Raiz(h(t) = 3)$ e dá enter

Passo 9: Agora que já conhecia todos os pontos solicitados quis ilustrar apenas a trajetória no intervalo que a bola percorreu, para isso fiz.
linha \$10: digitar $f(t) := -2t^2 + 6t + 1.5, (0 \leq t \leq 3.23)$ e dá enter

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Os passos descritos demonstram como o cursista utiliza equações e gráficos para modelar o comportamento da bola lançada. Inicialmente, ele insere a função que descreve a altura da bola ao longo do tempo. Em seguida, determina o valor do vértice, contribuindo para a compreensão do comportamento da bola em relação à altura. A utilização do intervalo de tempo revela o ponto em que a bola toca o solo, acrescentando uma dimensão temporal à modelagem. A análise mais detalhada da função, identificando o tempo em que a altura é três metros, evidencia uma compreensão mais aprimorada do problema. Ao ilustrar a trajetória da bola e escolher um ponto na curva, o cursista enfatiza a importância da visualização gráfica na modelagem matemática para a compreensão do fenômeno físico proposto.

4.4.5.2 Simulações

Foca na criação e utilização de simulações realistas por meio do GeoGebra, permitindo aos estudantes visualizarem e interagirem com modelos simulados que representam fenômenos físicos do mundo real.

Na Produção C506_M4_T4_17ED, o cursista desenvolveu uma simulação realista do movimento das esferas A e B em velocidades constantes, demonstrando o encontro entre elas. Por outro lado, na Produção C511_M7_T7_17ED, explorou as funcionalidades para simular a

trajetória da bola lançada a partir da expressão fornecida, possibilitando observar o comportamento da bola ao longo do tempo em relação ao solo. Essas simulações ofereceram ao cursista uma representação dinâmica e interativa dos fenômenos físicos estudados, enriquecendo sua compreensão dos conceitos abordados.

4.4.6 Comunicação Científica

A presente subcategoria tem o enfoque na capacidade de comunicar resultados científicos de maneira clara e acessível, destacando como os resultados obtidos por meio do GeoGebra são comunicados de forma compreensível para diferentes públicos.

A educação STEAM pode contribuir para lidar com os desafios contemporâneos, ajudando a pensar uma educação que, sem abandonar a excelência acadêmica, também desenvolva competências importantes, como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 02).

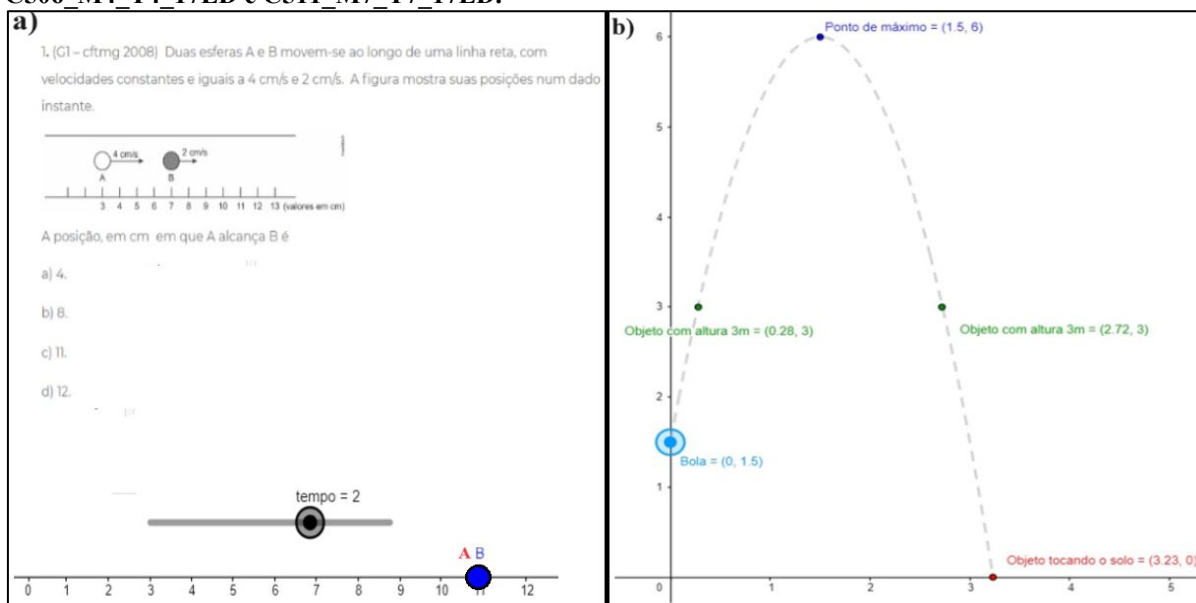
Nesse contexto, essa subcategoria enfatiza não apenas a geração de resultados, mas também a habilidade de os apresentar de maneira eficaz, seja por meio de relatórios, apresentações ou outros formatos, promovendo a disseminação do conhecimento científico de forma acessível e compreensível. Para isso, foram criadas as unidades de sentido “Apresentação visual acessível”, “Comunicação clara” e “Transmitir resultados”.

4.4.6.1 Apresentação visual acessível

Refere-se à apresentação dos resultados físicos de forma acessível e compreensível, utilizando as ferramentas visuais e interativas do GeoGebra para tornar as informações mais acessíveis aos estudantes.

Ao analisar as produções do cursista, foi evidente o uso das ferramentas visuais e interativas do GeoGebra para apresentar os resultados físicos de forma acessível. Na Produção C506_M4_T4_17ED, as esferas A e B foram representadas visualmente em movimento ao longo da linha reta, tornando compreensível o momento em que A alcança B (Figura 64a). Da mesma forma, na Produção C511_M7_T7_17ED, a representação gráfica da trajetória da bola em relação ao solo, gerada a partir da expressão dada, proporcionou uma compreensão mais clara da altura máxima atingida pela bola e dos instantes relevantes do lançamento (Figura 64b).

Figura 64 - Identificação da unidade de sentido “Apresentação visual acessível” nas produções C506_M4_T4_17ED e C511_M7_T7_17ED.



Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

4.4.6.2 Comunicação clara

Enfatiza a importância da comunicação clara e objetiva dos resultados obtidos por meio do GeoGebra, garantindo que os cursistas possam expressar de forma clara os conceitos físicos explorados.

A habilidade de comunicação clara e objetiva dos resultados obtidos por meio do GeoGebra foi notável nas produções do cursista. Tanto na Produção C506_M4_T4_17ED quanto na Produção C511_M7_T7_17ED, o cursista foi capaz de expressar de forma direta e clara os conceitos físicos explorados. A comunicação dos movimentos das esferas e da trajetória da bola lançada foi feita de maneira coerente, facilitando a compreensão dos fenômenos estudados.

4.4.6.3 Transmitir resultados

Foca na habilidade dos estudantes de transmitir os resultados obtidos por meio do GeoGebra de maneira clara e coerente, comunicando efetivamente os conceitos físicos explorados e as conclusões derivadas dessas explorações.

O cursista demonstrou competência ao transmitir os resultados obtidos por meio do GeoGebra. Na Produção C506_M4_T4_17ED, a transmissão dos resultados do encontro das esferas A e B foi apresentada de maneira coerente, com ênfase na compreensão do momento

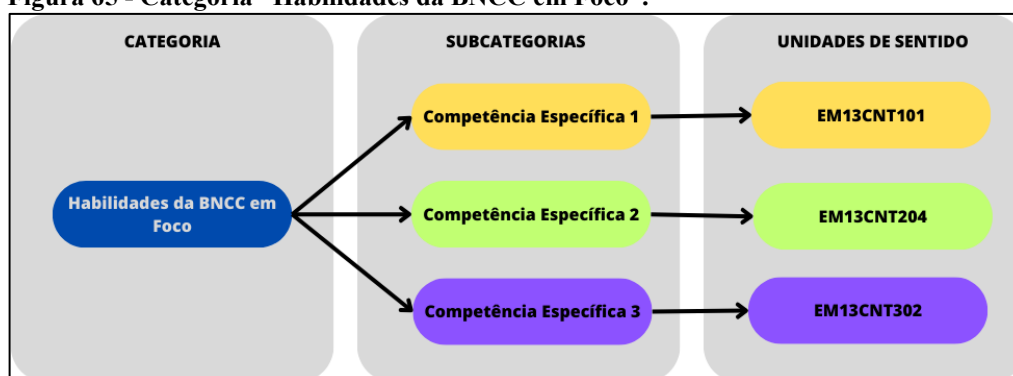
em que A alcança B. Já na Produção C511_M7_T7_17ED, a transmissão dos resultados da altura máxima alcançada pela bola e dos instantes relevantes do lançamento foi clara e consistente, contribuindo para a compreensão dos fenômenos físicos explorados.

4.3 CATEGORIA 4: HABILIDADES DA BNCC EM FOCO

A quarta e última categoria foi desenvolvida para conectar as produções às habilidades correspondentes da BNCC do Ensino Médio.

A Figura 65 ilustra a categoria “Habilidades da BNCC em foco” e suas respectivas subcategorias, bem como as unidades de sentido, estabelecidas com base na interpretação das produções e no referencial teórico. Essa categoria é composta por três subcategorias e três unidades de sentido, derivadas da fragmentação das produções selecionadas.

Figura 65 - Categoria “Habilidades da BNCC em Foco”.



Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar de a BNCC do Ensino Médio apresentar 25 habilidades relacionadas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, durante o processo de fragmentação (unitarização), foram identificadas nas produções selecionadas as habilidades que foram definidas como unidades de sentido na Figura 65.

É importante ressaltar que os tópicos relacionados à Física estão inseridos na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, detalhados nas competências específicas e habilidades dessa área, em conjunto com os componentes de Biologia e Química. Assim como nas demais áreas, reforça a ênfase na integração das Ciências da Natureza, não as descrevendo de forma isolada. O próprio texto do documento destaca que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias — composta por Biologia, Física e Química — tem o propósito de ampliar e sistematizar as aprendizagens fundamentais desenvolvidas até o 9º ano do ensino Fundamental.

Na sequência, são apresentadas as figuras dos excertos das produções do cursista, exemplificando os procedimentos utilizados na articulação das produções com cada unidade de sentido das subcategorias "Competência Específica 1", "Competência Específica 2" e "Competência Específica 3".

4.3.1 Análise das produções articuladas com as habilidades da BNCC

A subcategoria “Competência Específica 1” a partir da identificação de evidências (fragmentos de discurso) nas produções coletadas, relacionadas a uma habilidade específica da Competência 1 da BNCC do Ensino Médio. Essas evidências contribuíram para a formação de uma unidade de sentido, definida com base em nossa interpretação e no referencial teórico: “EM13CNT101” (Figura 65). Nessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que, na análise realizada, demonstram referências à habilidade EM13CNT101:

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (BRASIL, 2018, p. 541).

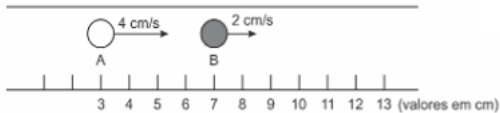
Na Figura 66, é exibido o excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED, que apresenta os procedimentos utilizados na identificação da unidade de sentido da presente categoria.

Figura 66 - Excerto da produção do cursista C506_M4_T4_17ED articulada com as habilidades da BNCC.

Movimento Retilíneo Uniforme – QUESTÃO DE ENCONTRO E ULTRAPASSAGEM
por - domingo, 12 Abr 2020, 20:20

Olá caros cursistas e professores!
Dessa vez fiz algo não muito complexo, mas era uma questão que já queria ter usado em outro momento, não como fiz agora, mas enfim.
Para a [tarefa 1](#) proposta no módulo 4, escolhi a questão abaixo para ser realizada pelo GEOGEBRA.
Quis com a mesma trazer de formar ilustrativa, com o manuseio, fazer o aluno visualizar o movimento dos móveis em questão.

1. (G1 – cftmg 2008) Duas esferas A e B movem-se ao longo de uma linha reta, com velocidades constantes e iguais a 4 cm/s e 2 cm/s. A figura mostra suas posições num dado instante.



A posição, em cm em que A alcança B é

a) 4.
b) 8.
c) 11.

Vale claro, algumas observações, são elas:

i) Resolvi a questão previamente, para saber a função posição de cada esfera através da expressão $s=s_0+v.t$ (onde, em relação a cada móvel, s é a posição final, s_0 é a posição inicial, v é a velocidade e t -tempo)
Assim temos duas funções posição, uma para A e outra para B, são elas:
 $S_A = 3 + 4t$ e $S_B = 7 + 2t$

ii) Ainda manualmente, vi o instante t (em segundos) em que as esferas se encontram, bastou igualar as funções posições.
Daí, $t=2s$

iii) A questão pede "a posição em que A alcança B", logo voltei a i) e substitui ii) em uma das funções posições. Chegando ao resultado final que é a posição $S = 11$ cm.

No GEOGEBRA
Fiz a construção da seguinte forma, em resumos:

i) controle deslizante t , para ir analisando as posições com o passar do tempo.
ii) utilizei as funções de posição como equação paramétrica dos pontos A e B, colocando na barra de entrada os valores na abscissa x e nas ordenadas y colocando 0, de cada ponto.
Ao movimentar o controle deslizante dá pra observarmos o instante em que ele se encontram e consequentemente a posição.
Resolvendo cada etapa proposta pela questão de forma visual.
Como a questão tratava sobre esferas, fiz apenas aumentar o tamanho dos pontos para não deixar ainda maior o processo de construção. Porém poderia ser melhor ilustrado caso fosse outros tipos de móveis, como carros, motos, ciclista e outros.

Espero ter conseguido fazê-los entender a proposta.
Fico no aguardo por comentários em geral.
Abraço!

EM13CNT101 EM13CNT204 EM13CNT302

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Conforme ilustrado na Figura 66, os trechos destacados em vermelho representam os fragmentos de discurso que contribuíram para a interpretação e associação desta produção com a habilidade EM13CNT101, considerando que o cursista utilizou o GeoGebra para criar um modelo que representa um sistema físico relacionados à quantidade de movimento, envolvendo a criação de gráfico, simulação de movimento utilizando o controle deslizante, incluindo a previsão de trajetória dos objetos em movimento com animação.

A BNCC pode inspirar a identificação de habilidades que serão desenvolvidas e, para um projeto ou currículo, essas habilidades podem ser reformuladas como objetivos de aprendizagem. Em algumas habilidades, como essa, é possível identificar com mais facilidade uma possibilidade de projeto STEAM. A própria habilidade, extraída da BNCC, possibilita a análise e representação de sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de

movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável com o uso de dispositivos. Porém, o grande desafio é desenhar etapas nas quais sejam consideradas experiências que possibilitem aos estudantes atingir o objetivo de resolver a situação-problema que envolve duas esferas que partem de pontos distintos, movendo-se em linha reta com velocidades constantes e diferentes e identificar o momento em que essas esferas se encontrariam.

Vamos usar a habilidade citada como exemplo para pensar nos estágios do planejamento reverso. Pensando em destrinchar essa habilidade, pode, então, definir os seguintes objetivos de aprendizagem para um projeto STEAM:

- i. Compreender os conceitos de movimento uniforme e velocidade constante, e aplicá-los na resolução de problemas práticos.
- ii. Utilizar o GeoGebra para modelar e simular movimentos de esferas que partem de pontos distintos com velocidades constantes e diferentes.
- iii. Criar representações visuais dos movimentos das esferas utilizando o GeoGebra, integrando aspectos estéticos para melhor comunicação e compreensão.
- iv. Analisar dados experimentais gerados pelas simulações no GeoGebra para identificar o ponto de encontro das esferas.
- v. Aplicar equações de movimento uniforme e utilizar gráficos no GeoGebra para calcular posições e tempos com precisão.
- vi. Projetar e criar modelos digitais no GeoGebra que representem adequadamente o movimento das esferas, identificando e resolvendo problemas práticos durante o processo.
- vii. Refletir sobre as implicações dos resultados das simulações em contextos reais e produtivos, enfatizando o desenvolvimento sustentável e o uso consciente dos recursos naturais.
- viii. Apresentar e discutir os modelos digitais e as análises realizadas no GeoGebra, demonstrando a compreensão dos conceitos e a habilidade de comunicar resultados de forma clara e eficaz.

Nesse sentido, podemos pensar em etapas como:

- i. Introdução e Exploração - Introdução e discussão sobre os conceitos; Apresentação da situação-problema (duas esferas movendo-se em linha reta com velocidades constantes e diferentes);

- ii. Planejamento e Design - Definição dos parâmetros iniciais das esferas (ponto de partida e velocidades); Planejamento da construção de modelos digitais no GeoGebra para simular o movimento das esferas; Exploração das funcionalidades do GeoGebra para modelagem e simulação.
- iii. Construção e Simulação no GeoGebra - Criação dos modelos digitais no GeoGebra; Realização de simulações digitais no GeoGebra para prever o comportamento das esferas; Registro e análise dos dados obtidos a partir das simulações no GeoGebra.
- iv. Análise e Representação - Análise dos dados experimentais no GeoGebra para identificar o ponto de encontro das esferas; Criação de gráficos e outras representações visuais dos dados no GeoGebra; Discussão sobre as implicações dos resultados em contextos reais e produtivos, com foco no desenvolvimento sustentável.
- v. Avaliação e Reflexão - Apresentação dos modelos digitais e das análises realizadas pelos estudantes no GeoGebra; Avaliação dos modelos e das simulações digitais no GeoGebra; Reflexão sobre a importância do uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

Na Figura 67, é apresentado um excerto da produção do cursista C511_M7_T7_17ED na tarefa 7 do módulo 7 da 17ª edição, demonstrando os procedimentos empregados na identificação das unidades de sentido desta categoria.

Figura 67 - Excerto da produção do cursista C511_M7_T7_17ED articulada com as habilidades da BNCC.

Questão de máximo de uma função quadrática
por - domingo, 3 Mai 2020, 22:09

Olá caro cursistas e professores!
Escolhi a primeira opção da [tarefa 1](#) do presente módulo 7, sendo assim segue a questão e em seguida os passos.

Questão
Ao lançarmos uma bola de um ponto situado a 1,5 metros do solo. Após t segundos, a distância da bola ao solo em metros é determinada segundo a expressão seguinte: $h = -2t^2 + 6t + 1,5$

a) Qual a altura máxima que a bola alcança?
b) Determine, com aproximação decimal de duas casas, o instante que a bola atinge o solo.
c) Determine, com a mesma precisão, quanto tempo a bola está a 3 metros do solo.

Resolução no GEOGEBRA
Após abrir o Geogebra e exibir a janela CAS, fiz os passos a seguir:

Passo 1: Escrever a função (sem o intervalo, pois ainda não o sabemos) e assim exibir na janela de visualização.
linha \$1: digitar $h(t) := -2t^2 + 6t + 1,5$ e clicar em "MANTER ENTRADA" na janela CAS.

Passo 2: Encontrar as raízes para identificar o intervalo da função.
linha \$2: raiz(\$1) e clicar em "VALOR NUMÉRICO"

Passo 3: Encontrar a média entre as raízes para encontrar o X_v (x do vértice).
linha \$3: média(\$2) e dá enter

Passo 4: Determinando o que é pedido na letra "a" da questão, através do Y_v (y do vértice).
linha \$4: escrever $h(1.5)$ e dá enter

Passo 5: Feito apenas para identificar na JANELA DE VISUALIZAÇÃO o ponto máximo da bola.
linha \$5: A := (LadoDireito(\$3), \$4)

Passo 6: Como já conhecíamos o intervalo, a partir do passo 2, este passo foi utilizado para identificar na JANELA DE VISUALIZAÇÃO o ponto onde a bola toca o solo. Respondendo a letra "b" da questão.
linha \$6: B := (3.23, 0) e dá enter

Passo 7: Determinando o que é pedido na letra "c" da questão, o tempo quando a altura é 3 metros.
linha \$7: digitar Raiz($h(t) = 3$) e dá enter

>>> Aqui poderíamos ter encerrado e concluído a questão

----->>> Abaixo segue alguns passos para ajudar na visualização completa da situação descrita na questão.

Passo 8: Representei os pontos em que a altura é 3 metros.
linha \$8: digitar C := (0.28, 3) e dá enter
linha \$9: digitar D := (2.72, 3) e dá enter

Passo 9: Agora que já conhecia todos os pontos solicitados quis ilustrar apenas a trajetória no intervalo que a bola percorreu, para isso fiz.
linha \$10: digitar $f(t) := -2t^2 + 6t + 1.5, (0 \leq t \leq 3.23)$ e dá enter

obs: Na JANELA DE ÁLGEBRA ou no CAS, oculte a curva $h(t)$.

Passo 10: Quis um ponto que percorresse a curva do passo anterior, pra representar a bola.
na Entrada, digitei ponto(f)

Por fim ajuste em propriedades as cores dos objetos, legendas, tamanhos dos pontos e trajetória da curva f. Podendo também animar "a bola", como botão direito do mouse e animar.

Através da manipulação da construção podemos ocultar informações que são pedidas na solução, mas na construção deixei todas os detalhes exibidos.

Segue anexo a construção da solução da questão.
Espero ter atendido o que foi pedido na [tarefa 1](#).

Aguardo comentários;
Abraço!

EM13CNT101 EM13CNT204 EM13CNT302

Fonte: Base de dados da 17ª edição do curso online de GeoGebra.

Conforme ilustrado na Figura 67, os trechos destacados em vermelho representam os fragmentos de discurso que contribuíram para a interpretação e associação desta produção com a habilidade EM13CNT101. Além disso, as construções permitem a exploração e análise de diferentes comportamentos desses sistemas em situações cotidianas. Por exemplo, é possível

utilizar o GeoGebra para simular o comportamento do sistema físico em diferentes condições ou cenários, conforme mencionado pelo cursista na produção C506_M4_T4_17ED: "Como a questão tratava sobre esferas, fiz apenas aumentar o tamanho dos pontos (...). Porém, poderia ser melhor ilustrado caso fossem outros tipos de móveis, como carros, motos, ciclistas e outros".

A subcategoria “Competência Específica 2” foi elaborada através da identificação de evidências (fragmentos de discurso) presentes nas produções coletadas, relacionadas a uma habilidade específica da Competência 2 da BNCC do Ensino Médio. Essas evidências contribuíram para a formação de uma unidade de sentido, estabelecida com base na interpretação e no referencial teórico adotado, exemplificado pela categoria “EM13CNT204” (Figura 65). Nessa unidade, buscamos identificar nas produções os elementos que remetem à habilidade EM13CNT204:

Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). (BRASIL, 2018, p. 543).

Nos excertos das produções C506_M4_T4_17ED (Figura 66) e C511_M7_T7_17ED (Figura 67), são evidenciados os procedimentos empregados na identificação da unidade de sentido desta subcategoria. Os segmentos destacados em marrom correspondem aos trechos de discurso que contribuíram para a interpretação e associação dessas produções com a habilidade EM13CNT204. Na produção C506_M4_T4_17ED, o cursista usou o software GeoGebra para simular o movimento de duas esferas com velocidades constantes em linha reta, utilizando o controle deslizante para visualizar as variações das posições das esferas ao longo da animação. Já na produção C511_M7_T7_17ED, o cursista empregou o software GeoGebra para resolver um problema que simulava o lançamento de uma bola a uma altura de 1,5m do solo, onde a manipulação do ponto possibilitou a visualização das variações das posições da bola durante a animação.

Em ambos os casos, é possível acompanhar todo o processo tanto na janela de visualização quanto na janela de álgebra. Na segunda produção, também foram verificados os comandos utilizados na janela CAS (Sistema de Álgebra Computacional), o que permitiu explorar e elaborar explicações mais detalhadas. Isso contrasta com a abordagem tradicional que se concentra apenas na resolução matemática das funções, como mencionado nas partes em que o cursista afirmou ter realizado manualmente.

Nesse contexto,

O papel da tecnologia perante o ensino e a vida cotidiana encontra no STEAM: uma possibilidade de desenvolver conteúdos e habilidades dentro de uma

atmosfera de curiosidade e criatividade, visando a motivação não só do aluno, mas também de outros interatores do ecossistema escolar (professores, gestores, famílias e comunidade).

A tecnologia, nessa abordagem, se estabelece não como área do conhecimento isolada, mas como uma possibilidade de desenvolver o letramento digital e o pensamento computacional, para que os estudantes possam pensar e criar soluções em projetos que integrem conhecimentos de diversas áreas (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 76).

Nessas produções usando o GeoGebra na perspectiva STEAM, observa-se que os estudantes empregam ferramentas de programação para integrar esses conhecimentos a um contexto e aos saberes que serão requisitados para o desenvolvimento de suas criações.

A subcategoria “Competência Específica 3” foi delineada a partir da identificação de evidências (fragmentos de discurso) presentes nas produções coletadas, associadas a uma habilidade específica da Competência 3 da BNCC do Ensino Médio. Esses fragmentos influenciaram a formação de uma unidade de sentido, codificada como “EM13CNT302” (conforme mostrado na Figura 65), embasada na interpretação e no referencial teórico.

Dentro dessa unidade de sentido, buscamos articular as produções que, na percepção, apresentam referências à habilidade EM13CNT302:

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental (BRASIL, 2018, p. 545).

Nos trechos das produções C506_M4_T4_17ED e C511_M7_T7_17ED, apresentados na Figura 66 e Figura 67, os segmentos destacados em verde correspondem aos trechos que contribuíram para a interpretação e associação dessas produções com a habilidade EM13CNT302. Essa habilidade diz respeito à capacidade do estudante em comunicar os resultados de suas análises, pesquisas e experimentos para públicos diversos, em diferentes contextos.

É nesse sentido que a educação STEAM pode contribuir para lidar com os desafios contemporâneos, ajudando a pensar uma educação que, sem abandonar a excelência acadêmica, também desenvolva competências importantes, como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 02).

Observamos que quando o ambiente de aprendizagem envolve a elaboração e interpretação de variadas informações científicas, como textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, juntamente com o uso do GeoGebra, os estudantes se tornam capazes de comunicar de maneira eficaz e adequada os resultados de suas atividades científicas para diferentes públicos. Essa comunicação pode ocorrer por meio de

relatórios, apresentações, vídeos, infográficos, entre outros formatos. Portanto, essa habilidade visa não apenas a capacidade de produzir informações científicas, mas também a habilidade de transmiti-las de maneira clara, coerente e contextualizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, foram investigadas as produções dos cursistas das edições 17 e 18 do curso *online* de GeoGebra, oferecido por um grupo voluntário de professores de Matemática, liderado pelo Professor Doutor Sérgio Carrazedo Dantas, na Universidade do Estado do Paraná (UNESPAR), *Campus* de Apucarana. A pergunta que orientou este trabalho foi: De que forma as produções dos cursistas na área da mecânica podem auxiliar no desenvolvimento das habilidades previstas na BNCC do Ensino Médio, dentro do contexto da abordagem STEAM?

Nessa perspectiva, o objetivo foi identificar e analisar as produções dos cursistas sobre a área da mecânica que podem ser articuladas com as habilidades correlatas da BNCC do Ensino Médio e no STEAM.

O *corpus* da pesquisa foi composto por 803 produções, coletadas na base de dados das 17ª e 18ª edições do curso *online* de GeoGebra, utilizando a ferramenta de coleta de dados do *software* de análise qualitativa MaxQda. A categorização e a análise dos dados foram conduzidas utilizando o *software* MaxQda e as fases principais da Análise Textual Discursiva (ATD) na perspectiva de Moraes e Galiazzi (2016).

Em consonância com o objetivo da pesquisa, no processo de categorização, constituímos quatro categorias de análise, a saber: (i) Conteúdo abordado; (ii) Análise do uso do GeoGebra nas produções; (iii) Habilidades da BNCC em foco; (iv) Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física.

Na primeira categoria, "Conteúdo abordado", as produções de mecânica foram agrupadas conforme a perspectiva da abordagem dos conteúdos apresentados, resultando na formação de quatro subcategorias - (i) Cinemática; (ii) Dinâmica; (iii) Estática; (iv) Gravitação Universal - compostas por 14 temas que foram definidos como unidades de sentido.

A subcategoria "Cinemática" foi constituída com oito unidades de sentido: (1) Lançamento Oblíquo; (2) Lançamento Vertical; (3) Movimento Circular; (4) Movimento Uniforme; (5) Movimento Uniformemente Variado; (6) Queda livre; (7) Velocidade; (8) Vetores. A subcategoria "Dinâmica" foi constituída pela unidade de sentido Conservação de energia. A subcategoria "Estática" foi constituída com duas unidades de sentido: (1) Plano inclinado; (2) Estática de um Corpo Rígido. A subcategoria "Gravitação Universal" foi constituída com duas unidades de sentido: (1) Gravidade; (2) Leis de Kepler.

Observamos que a maioria das produções selecionadas das edições pesquisadas abordou os conteúdos relacionados a vetores, movimento uniformemente variado e movimento dos astros no sistema solar no GeoGebra. Essa preferência pode estar relacionada às tarefas

propostas nos módulos do curso. A utilização do GeoGebra permitiu a exploração visual e interativa desses conceitos, contribuindo para a compreensão dos temas abordados. Além disso, o software possibilitou a interdisciplinaridade desses conteúdos de física com a matemática, ressaltando sua capacidade em criar representações gráficas de vetores, modelar movimentos dos astros e visualizar gráficos relacionados ao movimento uniformemente variado.

Na segunda categoria, "Análise do uso do GeoGebra no desenvolvimento das produções", buscamos identificar e compreender as finalidades pedagógicas subjacentes ao uso do GeoGebra nas produções coletadas. Esse movimento desempenhou um papel significativo na organização e análise das produções, permitindo uma investigação aprofundada das intenções educacionais por trás do uso do GeoGebra. Esse processo resultou na formação de sete subcategorias distintas, cada uma revelando diferentes aspectos e abordagens na incorporação do GeoGebra no contexto educacional.

A subcategoria "Desenvolvimento de Habilidades no GeoGebra" foi constituída com quatro unidades de sentido: (1) Ampliação do conhecimento; (2) Estímulo à criatividade; (3) Desenvolvimento do pensamento computacional; (4) Melhoria na compreensão. Destacou-se a importância do GeoGebra no aprimoramento de habilidades cognitivas e conceituais dos alunos, indo além do simples uso da ferramenta.

A subcategoria "Dificuldades para o uso do GeoGebra" foi constituída com cinco unidades de sentido: (1) Assimilação ao conteúdo; (2) Impacto da desigualdade social; (3) Disponibilidade de computador/celular; (4) Domínio das ferramentas; (5) Processo de construção. Esta subcategoria abordou desafios percebidos pelos professores e alunos no uso do GeoGebra, desde questões tecnológicas até desafios pedagógicos.

A subcategoria "Limitações" foi constituída com nove unidades de sentido, evidenciando diversas restrições associadas ao uso do GeoGebra, como a aplicação após a teoria, o foco na resolução matemática e a responsabilidade do professor na construção de atividades.

A subcategoria "Objetivos e Aplicações" foi constituída com treze unidades de sentido, abrangendo uma ampla gama de propósitos educacionais, desde animação e demonstração até resolução de problemas e visualização.

A subcategoria "Uso de outros recursos" foi constituída com seis unidades de sentido, destacando a diversificação de recursos utilizados em conjunto com o GeoGebra, como imagens, vídeos e websites.

A subcategoria "Uso Prático do GeoGebra" foi constituída com duas unidades de sentido: (1) Exercícios práticos; (2) Utilização em sala de aula. Ressaltou-se a aplicação prática

do GeoGebra tanto para exercícios individuais quanto para enriquecer o ambiente de sala de aula.

A subcategoria “Vantagens do uso do GeoGebra” foi constituída com seis unidades de sentido: (1) Facilidade; (2) Inclusão; (3) Estímulo à interação; (4) Favorecimento da interdisciplinaridade; (5) Despertar do interesse; (6) Praticidade. Esta subcategoria destacou os benefícios percebidos do uso do GeoGebra, desde a facilidade de utilização até a promoção da interdisciplinaridade e do interesse dos alunos.

Em conjunto, essas subcategorias ofereceram uma visão abrangente das variadas dimensões do uso do GeoGebra no ensino, fornecendo *insights* valiosos sobre suas implicações pedagógicas e os desafios enfrentados, além de ressaltar as vantagens e possibilidades que a ferramenta proporcionou no contexto educacional.

Na terceira categoria, "Exploração STEAM com GeoGebra no ensino de Física", desenvolvida com o intuito de investigar a integração da abordagem STEAM utilizando o GeoGebra no ensino de Física nas produções selecionadas, identificamos seis subcategorias distintas, cada uma evidenciando aspectos específicos do emprego do GeoGebra no contexto educacional.

A subcategoria “Comunicação Científica” engloba três unidades de sentido fundamentais: (1) Apresentação visual acessível; (2) Comunicação clara; (3) Transmissão eficaz de resultados. Esses elementos destacaram a importância da clareza e acessibilidade na comunicação dos resultados obtidos por meio da exploração do GeoGebra no ensino de Física.

Na subcategoria “Inovação Tecnológica”, foram identificadas duas unidades de sentido significativas: (1) Utilização de ferramentas tecnológicas; (2) Integração efetiva de recursos tecnológicos. Isso destacou a relevância de incorporar diversas ferramentas e recursos tecnológicos de forma integrada no processo educacional.

A subcategoria “Integração Interdisciplinar” compreende duas unidades de sentido essenciais: (1) Conexão entre disciplinas; (2) Interligação de conceitos. Essa subcategoria evidenciou a importância de promover uma integração efetiva entre diferentes disciplinas e conceitos no ensino de Física, contribuindo para uma abordagem mais interdisciplinar.

A subcategoria “Resolução Criativa de Problemas” está fundamentada em duas unidades de sentido principais: (1) Abordagem criativa; (2) Apresentação de soluções inovadoras. Aqui, destacou-se a relevância de incentivar abordagens criativas e inovadoras na resolução de problemas relacionados à Física por meio do GeoGebra.

A subcategoria “Simulações e Modelagem” é composta por duas unidades de sentido centrais: (1) Representação adequada da modelagem; (2) Efetiva utilização de simulações. Essa

subcategoria enfatizou a importância de representações modeladas de forma apropriada e do uso efetivo de simulações para enriquecer o ensino de Física.

A subcategoria “Visualização Avançada de Dados” abarca duas unidades de sentido fundamentais: (1) Acessibilidade de informações; (2) Representação e visualização eficaz de dados complexos. Aqui, ressaltou-se a importância da acessibilidade das informações e de estratégias eficazes para representar e visualizar dados complexos no contexto educacional.

Essas subcategorias e unidades de sentido oferecem uma compreensão abrangente das diferentes facetas e benefícios da utilização do GeoGebra, sob a perspectiva STEAM, no ensino de Física, destacando aspectos como comunicação científica, inovação tecnológica, integração interdisciplinar, resolução criativa de problemas, simulações e modelagem, além da visualização avançada de dados.

Além disso, é importante salientar que, nesta pesquisa, não se buscou identificar se as produções contemplavam parcial ou integralmente as habilidades correlatas da BNCC do Ensino Médio e a abordagem STEAM. O foco foi na identificação de indícios (fragmentos de discursos) que, ao entendimento da pesquisa, estavam alinhados com tais habilidades e aspectos específicos.

Na quarta categoria, "Habilidades da BNCC em Foco", buscamos estabelecer conexões entre as produções e as habilidades correspondentes da BNCC do Ensino Médio. Para obter uma compreensão mais aprofundada do tema, realizamos um processo de seleção e delimitação das produções coletadas, selecionando duas produções. Essa categoria culminou na constituição de três subcategorias, denotadas de acordo com as competências específicas que fazem referências à Física - (i) Competência específica 1; (ii) Competência específica 2; (iii) Competência específica 3, compostas por três habilidades específicas, identificadas no processo de fragmentação do corpus da pesquisa e definidas como unidades de sentido.

Desenvolver competências e habilidades é a grande oportunidade da inserção da abordagem STEAM nas propostas pedagógicas e nos currículos alinhados à BNCC. Nesse contexto, a integração das áreas de conhecimento, especialmente na etapa do Ensino Médio, fortalece o trabalho com as competências específicas da Física mencionadas anteriormente. Além disso, em uma organização curricular alinhada à BNCC, o trabalho com áreas de conhecimento possibilita a inserção do STEAM e valoriza a investigação na construção de conhecimentos.

A subcategoria “Competência específica 1” foi constituída com uma unidade de sentido: EM13CNT101. A subcategoria “Competência específica 2” foi constituída com uma unidade

de sentido: EM13CNT204. A subcategoria “Competência específica 3” foi constituída com uma unidade de sentido: EM13CNT302.

Nas produções, foi possível identificar, de maneira geral, que o GeoGebra representa um vasto universo de possibilidades para a criação, exploração e utilização de materiais educativos enriquecedores. Seguindo a perspectiva da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), observamos o emprego do GeoGebra na realização de previsões sobre comportamentos em situações cotidianas, na elaboração de explicações, previsões e cálculos relacionados aos movimentos de objetos. Além disso, proporciona a comunicação, para públicos variados e em diversos contextos, dos resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, por meio da elaboração e/ou interpretação de textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos e equações.

É importante ressaltar que, durante a análise, identificamos que a BNCC não estabelece uma ordem sequencial para a abordagem dos temas da Física. As habilidades e competências específicas da área de Ciências da Natureza, onde esses temas estão descritos, são aplicáveis ao longo dos três anos do ensino médio. Nesse contexto, Gonçalves et al. (2022) analisaram e identificaram as competências específicas e habilidades da BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, evidenciando a presença de temas da Física destinados ao ensino médio. Observamos que a área de mecânica da Física está presente em mais de uma competência, aparecendo em todas as três competências específicas e em seis habilidades. Vale destacar que, das seis habilidades mencionadas, metade foi identificada nas produções selecionadas.

Em relação às práticas experimentais nos temas relacionados à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC menciona que, no ensino médio, a abordagem investigativa deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, conforme identificado nas produções analisadas. Essa abordagem visa estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções, tanto de natureza teórica quanto experimental, como evidenciado nas análises realizadas.

Outra questão interpretada como fragilidade no texto da BNCC refere-se à integração dos componentes curriculares em áreas do conhecimento em prol da interdisciplinaridade. Entretanto, o documento em si não oferece uma orientação satisfatória, deixando subentendida a responsabilidade atribuída à escola e aos professores. Essa lacuna na orientação pode ser vista como um ponto de interseção com a abordagem STEAM, que, apesar de não ser mencionada diretamente na BNCC, compartilha a visão de tratar o conhecimento de maneira não disciplinar.

Diante do exposto, constatamos que o objetivo da pesquisa foi alcançado, uma vez que se identificou um conjunto de produções sobre mecânica que pode contribuir para o desenvolvimento das habilidades previstas na BNCC do Ensino Médio, especialmente quando consideradas dentro do contexto da abordagem STEAM. Tais produções encontram-se disponíveis para consulta (Apêndice I) por parte dos professores que ministram a disciplina de Física, podendo ser utilizadas pedagogicamente em sala de aula, caso desejem.

Primeiramente, ao utilizar o GeoGebra como ferramenta educacional, os alunos têm a oportunidade de interagir com modelos e experimentar diferentes valores para compreender conceitos físicos de maneira mais intuitiva. Esse tipo de abordagem promove o desenvolvimento do pensamento computacional, uma habilidade importante no mundo moderno.

Além disso, as produções dos cursistas podem estimular a criatividade dos alunos, pois são desafiados a criar e manipular modelos para representar fenômenos físicos de maneiras inovadoras. Esse processo encoraja a experimentação e a exploração, fundamentais para o aprendizado.

A aplicação prática dos conceitos também é fundamental. Por meio das produções, os alunos podem envolver-se em atividades que os levam a aplicar os conceitos de mecânica em situações do mundo real. Isso não apenas solidifica o entendimento dos conceitos, mas também demonstra sua relevância e utilidade no cotidiano.

Além disso, as produções dos cursistas na área da mecânica podem promover a investigação e a resolução de problemas. Os alunos são desafiados a identificar problemas reais relacionados à mecânica e a buscar soluções utilizando abordagens STEAM. Esse tipo de prática pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico.

Por fim, trabalhar em projetos STEAM, como as produções dos cursistas, não apenas possibilita promover o desenvolvimento acadêmico, mas também contribuir para o desenvolvimento de competências socioemocionais. Os alunos aprendem a colaborar, comunicar-se de forma eficaz e perseverar diante de desafios, habilidades importantes para o desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao refletir sobre o projeto de pesquisa no qual estamos inseridos, observamos elementos (como conteúdos predominantes, uso do GeoGebra e habilidades específicas) que podem orientar a concepção de um curso voltado para a formação inicial e continuada de professores de Física. Esse curso poderia ser estruturado de maneira a contemplar de maneira equitativa as 15 habilidades específicas relacionadas à Física, em especial as seis vinculadas à mecânica.

Por fim, encerramos este trabalho com uma sensação de satisfação ao propor questionamentos para futuras pesquisas sobre a temática abordada: De que forma as produções dos cursistas, analisadas neste estudo, podem ser efetivamente integradas às práticas pedagógicas dos professores de Física? Quais são os impactos percebidos pelos professores ao incorporar as produções dos cursistas em suas práticas de ensino? Quais são as evidências de que o uso do GeoGebra, dentro de uma perspectiva STEAM, pode promover a criatividade e a inovação, características destacadas pela BNCC? Esses questionamentos podem orientar investigações posteriores e aprofundar o conhecimento nessa área.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. C. L. de; NÓBRIGA, J. C. C. **Aprendendo matemática com o GeoGebra**. São Paulo: Editora Exato, 2010.

ARAÚJO, M. L.; GUEDES, G. P.; PEREIRA, M. G. A radioastronomia na promoção de atividades práticas na sala de aula. **Caderno de Física da UEFS**, v. 18, n. 1, p. 1302.1-1302.11, 2021. Disponível em: http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol18n1/S3Artigo02_Marcelo_WMPA_05_Radioastronomia.pdf. Acesso em: 24 out. 2022.

BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2020.

BARBOSA, F. C. S.; MEDEIROS, E. J. R. de; MEDEIROS, S. R. R. de; JÚNIOR, R. N. de M. PROPOSTAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA PARA DEFICIENTES VISUAIS: REVISÃO SISTEMÁTICA EXPLORATÓRIA DA LITERATURA. **HOLOS**, v. 8, n. 8, p. 1–37, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9483>. Acesso em: 22 mar. 2024.

BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento**. 3. ed. Belo Horizonte: [s. n.], 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. [S. l.: s. n.]. *E-book*. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 22 mar. 2024.

COSTA, F. V. da. **Atividades experimentais no ensino de ciências da natureza: obstáculos, desafios e possibilidades no ensino de química**. 2021. [s. l.], 2021. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4313>. Acesso em: 24 out. 2022.

DANTAS, S. C. **Design, implementação e estudo de uma rede sócio profissional online de professores de Matemática**. 2016. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/b4e343eb-33ed-4a14-badf-c3b6935ce6ef>. Acesso em: 22 mar. 2024.

DENADAI, P. E.; MELOTTE, A. A.; CAZINI JR, C. R.; QUEIROZ, F. N.; FERNANDES, R.A.; HYPOLITO, V. A. H. A. **GeoGebra, Matemática e Arte: abordagens e**

contribuições a favor do ensino e aprendizado dos conteúdos e conceitos. *In*: 2012, Montevideo. **Conferencia Latinoamericana de GeoGebra**. Montevideo: [s. n.], 2012. p. 282–290. Disponível em: <https://www.geogebra.org/uy/2012/actas/actas.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2024.

FERREIRA, G. F.; DANTAS, S. C. NOTAS SOBRE A DISCIPLINARIZAÇÃO DO USO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS. *In*: 2018, Apucarana. **EPTEM - Encontro Paranaense de Tecnologia na Educação Matemática**. Apucarana: [s. n.], 2018. p. 1–15. Disponível em: https://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPTEM/I_EPTEM/paper/view/935/665. Acesso em: 13 abr. 2024.

FERREIRA, M.; COUTO, R. V. L. do; SILVA FILHO, O. L. da; PAULUCCI, L.; MONTEIRO, F. F. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **SciELO Brasil**, v. 43, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/WnggT4dL8ycknxCZnSBvnDc/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 24 out. 2022.

FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: [s. n.], 2009.

GEOGEBRA.ORG. **O que é o GeoGebra?** [s. l.], 2024.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: [s. n.], 2019.

GONÇALVES, W. V. **O transitar entre a Matemática do Matemático, a Matemática da Escola e a Matemática do GeoGebra: um estudo de como professores de Matemática lidam com as possibilidades e limitações do GeoGebra**. 2016. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3f78d94c-8487-47ac-80e5-958bdbb22474/content>. Acesso em: 22 mar. 2024.

GUEDES, F. C. M. C. **STEM na Aprendizagem de Física: um estudo com alunos do 3.º ciclo do ensino básico**. 2019. [s. l.], 2019.

MAIA, D.; FARIAS, F.; MAGALHÃES, I.; LOPES, R. Abordagem STEAM no Rio Grande do Norte: uma análise longitudinal a partir de experiências publicadas na FEBRACE. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.17, p.1-20, 2024. DOI: <<https://10.3895/rbect.v%25vn%25i.15928>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

MALACRIDA, J. P. **Aplicativos em Smartphones: O despertar científico no estudo de energia**. 2021. [s. l.], 2021. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacaoproduto/p20-produto-joaopaulo.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: [s. n.], 2017.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 8. ed. São Paulo: [s. n.], 2018.

MONTEGUTI, R. D. V. **A metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos na transposição do ensino presencial para o ensino remoto: estudo de caso no ensino técnico**. 2021. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/226809>. Acesso em: 24 out. 2022.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

PASCOALINO, K. C. da S. Metodologias Ativas como facilitadoras do ensino remoto devido a pandemia de Covid - 19: Estudo de Caso aplicado à disciplina de Física no Ensino Médio. **Revista Estudos e Negócios Academic**, v. 1, n. 1, p. 45–56, 2021. Disponível em: <https://portalderevistas.esags.edu.br/index.php/revista/article/view/17>. Acesso em: 24 out. 2022.

PEIXOTO, J. A inovação pedagógica como meta dos dispositivos de formação a distância. **EccoS – Revista Científica**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 39–54, 2008. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.5585/eccos.v10i1.1280>. Acesso em: 13 abr. 2024.

PEIXOTO, J. Relações entre sujeitos sociais e objetos técnicos: Uma reflexão necessária para investigar os processos educativos mediados por tecnologias. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 61, p. 317–332, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782015206103>. Acesso em: 13 abr. 2024.

PEIXOTO, J. Notas para compreender relações contemporâneas entre tecnologia e educação. **Linhas Críticas | Periódico científico da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília**, v. 29, n. 48540, p. 1–19, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/lc29202348540>. Acesso em: 13 abr. 2024.

PEREIRA, E. Experiência de baixo custo para determinar a forma da superfície de um líquido em rotação usando o smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/cSd7rcwGVvyNmHBjFXqnBNn/?lang=pt>. Acesso em: 22 mar. 2024.

PIMENTEL, H. O. **Construção de aparatos eletrônicos no Ensino Médio: Ressignificação do lixo eletrônico para uso didático**. 2021. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/23699>. Acesso em: 24 out. 2022.

PINTO, C. H. **Astronomia no ensino de Física: o Radiotelescópio como mediador para o ensino de Ondulatória.** 2021. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14109>. Acesso em: 24 out. 2022.

SILVA, M. P. da. **Robótica educacional livre no 9º ano do ensino básico: uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática.** 2021. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/11270>. Acesso em: 24 out. 2022.

SOARES, A. A.; CARMO, R. do. Um simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples desenvolvido utilizando o GeoGebra. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 3, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4526>. Acesso em: 22 mar. 2024.

APÊNDICE

APÊNDICE I — Projeto utilizado no MaxQda 2018.

Clique no link para baixar o projeto:

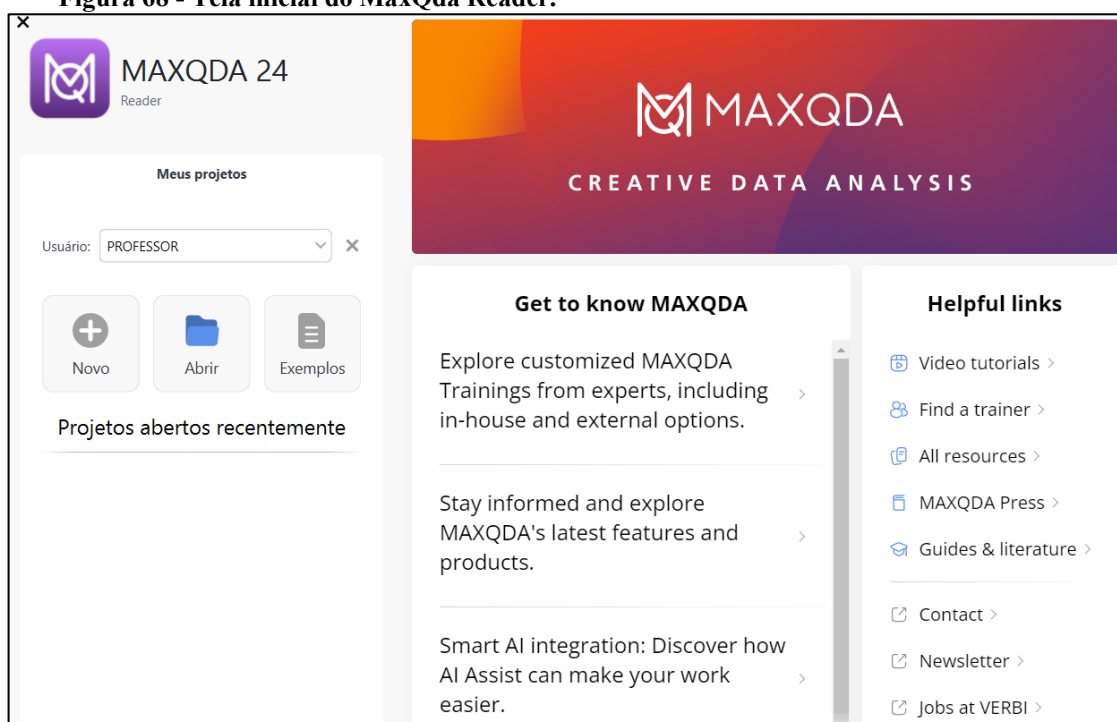


https://drive.google.com/file/d/11B0a0mZ5GDZbWlpvVYsqXwh8v-8s772c/view?usp=drive_link

APÊNDICE II — Dicas para utilizar o projeto.

Considerando que o projeto utilizado no MaxQda 2018 contenha todas as produções bem estruturadas com as categorias de análise, o leitor pode baixar gratuitamente o MaxQda Reader 2024 para visualizar os enunciados resolvidos pelos cursistas. Assim que o leitor fizer o *download* da versão do MaxQda Reader 2024, deve inicializar o *software* e, em seguida, a seguinte tela inicial aparecerá, conforme mostrado na Figura 68, selecionando a opção "abrir".

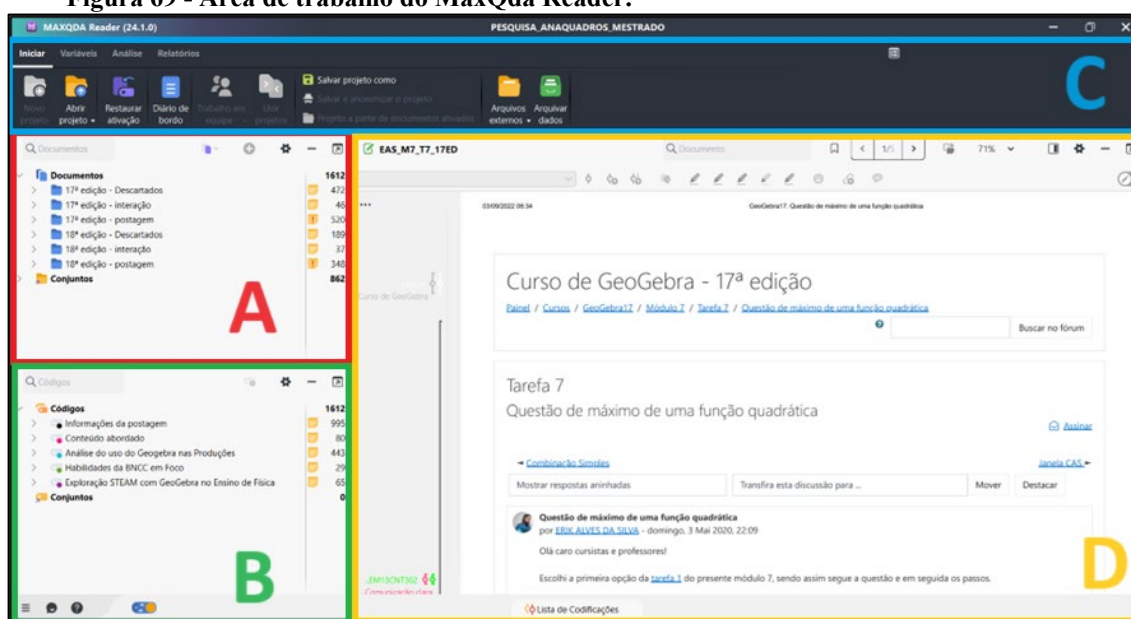
Figura 68 - Tela inicial do MaxQda Reader.



Fonte: Elaborada pela autora com base no MaxQda Reader 2024.

Por se tratar de uma versão gratuita, o usuário só terá permissão para abrir o projeto disponibilizado no apêndice I; a opção de "criar um novo projeto" é desativada nesta versão. Sendo assim, após abrir o projeto, na tela inicial do MaxQda Reader 2024, abrirá a área de interação do usuário, que contém uma barra de ferramentas e quatro partes, conforme pode ser visualizado na Figura 69.

Figura 69 - Área de trabalho do MaxQda Reader.



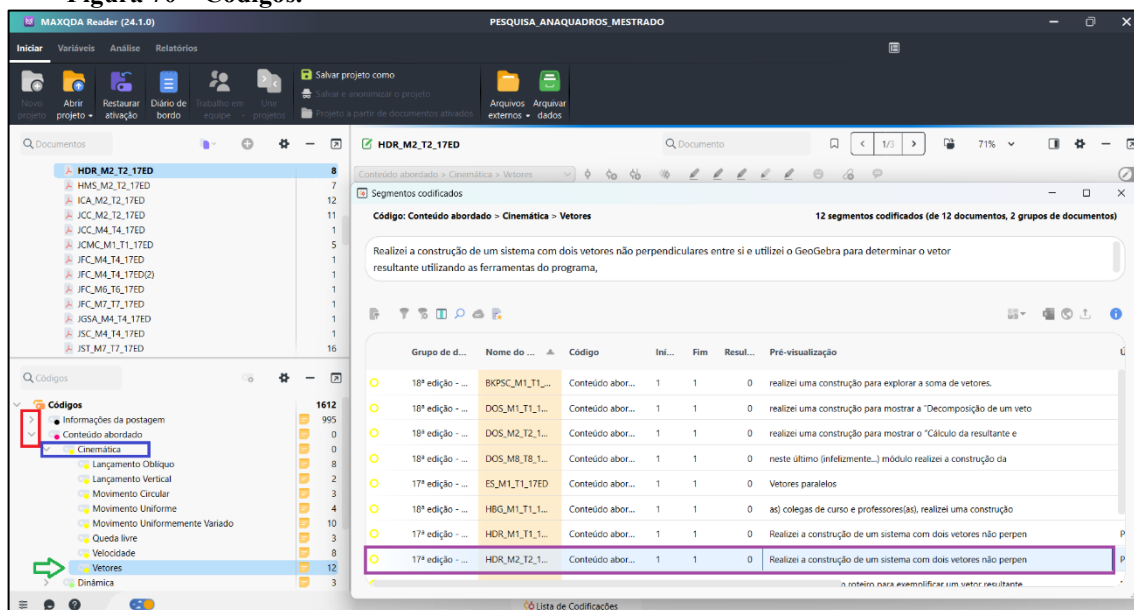
Fonte: Elaborada pela autora com base no MaxQda Reader 2024.

Conforme a Figura 69, a letra "A" indica a janela "Lista de documentos", espaço proposto para a organização dos documentos a serem analisados; a letra "B" indica a janela denominada "Lista de códigos", que exhibe os códigos construídos no processo de categorização; a letra "C", localizada na parte superior, indica a barra de ferramentas do MaxQda; a letra "D" indica o "Visualizador de documentos", janela que permite a visualização dos documentos selecionados na "Lista de documentos".

Para acessar as produções, é necessário clicar na seta ao lado do código escolhido, disposto na "Lista de códigos". Em seguida, aparecerá um subcódigo no qual é necessário dar um clique para expandir e, posteriormente, dar um clique duplo para abrir uma planilha e escolher qual produção se deseja visualizar. Em seguida, clicar novamente para que o documento selecionado seja exibido na janela de visualização.

Por exemplo, se o leitor estiver interessado em visualizar as produções de vetores, na janela de códigos deve clicar sobre a seta (destacada com um retângulo vermelho) localizada do lado esquerdo do código referente ao conteúdo abordado, o que abrirá todas as áreas dos conteúdos identificados. Em seguida, o leitor deverá clicar no código "Cinemática" (destacado pelo retângulo de cor azul) e depois clicar duas vezes no código "Vetores" (seta verde). Feito isso, abrirá uma planilha com a relação de todos os segmentos destacados, conforme demonstrado na Figura 70.

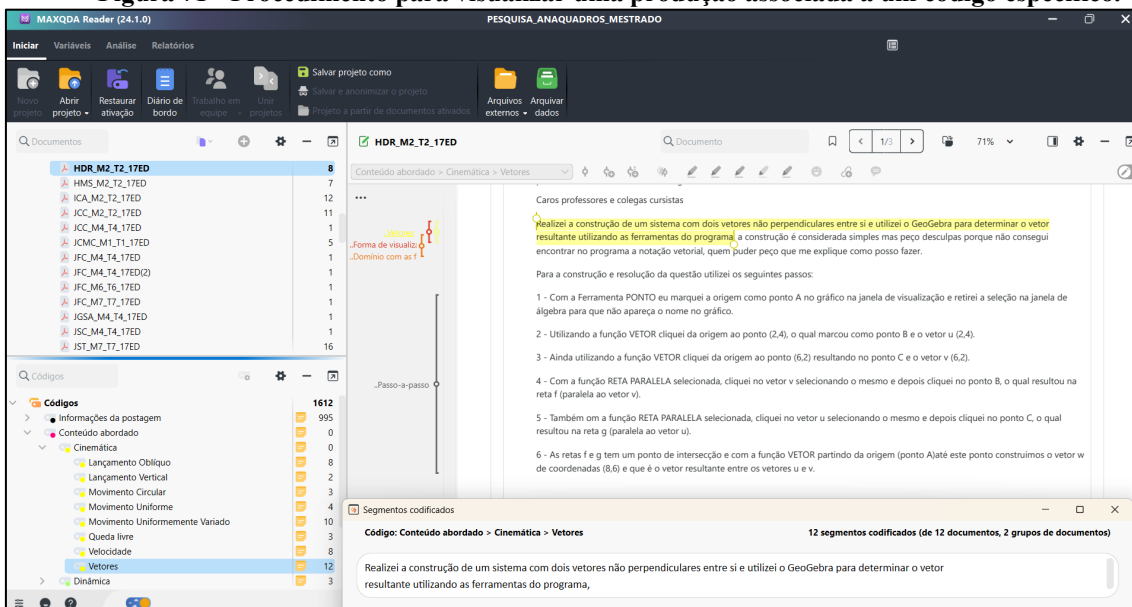
Figura 70 – Códigos.



Fonte: Elaborada pela autora com base no MaxQda Reader 2024.

Ao selecionar um item da planilha com um duplo clique (destacado pelo retângulo de cor lilás), abrirá na janela de visualização de documentos o arquivo selecionado. Com a produção disponível na janela de visualização de documentos, o leitor poderá analisar as codificações, bem como as funcionalidades da Janela CAS, a proposta de solução do enunciado com o uso do GeoGebra e as discussões realizadas pelos cursistas. Veja na Figura 71.

Figura 71 - Procedimento para visualizar uma produção associada a um código específico.



Fonte: Elaborada pela autora com base no MaxQda Reader 2024.