



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 60**

**Rosane de Alcantara Queiroz**

**Subsunçores na Matemática e Aprendizagem Significativa  
em Física (Cinemática): aplicações a plataforma “wordwall.net”  
no Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida**

Salvador  
2026

**Rosane de Alcantara Queiroz**

**Subsunçores na Matemática e Aprendizagem Significativa  
em Física (Cinemática): aplicações a plataforma “wordwall.net”  
no Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida**

Dissertação apresentada ao Polo 60 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da Universidade do Estado da Bahia (Uneb) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Cardoso Santos

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Rebeca Dourado Gonçalves

Salvador  
2026

FICHA CATALOGRÁFICA  
Biblioteca Professor Edivaldo Machado Boaventura – UNEB – Campus I  
Bibliotecária: Célia Maria da Costa - CRB-5/918



Q3s      Queiroz, Rosane de Alcantara  
            Subsunçores na Matemática e Aprendizagem Significativa em Física  
(Cinemática): aplicações a plataforma “wordwall.net” no Colégio Estadual  
Professor Rômulo Almeida / Rosane de Alcantara Queiroz . – Salvador, 2026.  
            94 f. : il.

            Orientador: José Vicente Cardoso Santos.  
            Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade do Estado da Bahia.  
Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Física - PROFFÍSICA, Campus I. 2026.

            Contém referências e apêndices.

            1. Física (Ensino Médio) - Estudo e ensino - Bahia. 2. Cinemática – Estudo e ensino. 3 Física – Aprendizagem. 4. Física – Pratica de ensino. 5. Professores de física – Formação. I. Santos, José Vicente Cardoso. Jesus. II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Campus I. IV. Título.

CDD: 530.07


<p align="center"><b>UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA</b>  <small>Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento: Portaria 904/95. DOU 01/08/95</small></p> <p align="center"><b>DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA</b>  <b>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA</b>  <b>CAMPUS I - SALVADOR</b></p>	  <p align="center"><b>UNEB</b>  <small>UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA</small></p>
--	--

**ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA ROSANE DE ALCÂNTARA QUEIROZ**

Aos dezessete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e seis, às 15h00, na sala FIL02, localizada no 1º andar do Pavilhão de Aulas Multidisciplinar (PAM) do *Campus I* da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), em Salvador, realizou-se a Sessão Pública de Defesa da Dissertação da mestranda **Rosane de Alcântara Queiroz**, intitulada *Subsunçores na Matemática e Aprendizagem Significativa em Física (Cinemática) no Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida: aplicações na plataforma wordwall.net*. Na ocasião, também foi apresentado o Produto Educacional intitulado *Caminhando para a Física*. O Professor Doutor **José Vicente Cardoso Santos** (Uneb), Presidente da Banca Examinadora, declarou aberta a sessão e apresentou os demais membros: a Professora Doutora **Melina Silva de Lima** (Uneb) e o Professor Doutor **Dilson Antônio Rosário dos Santos** (APM). Registrou-se que a pesquisa foi orientada pelo Professor Doutor **José Vicente Cardoso Santos** (Uneb) e coorientada pela Professora Doutora **Rebeca Dourado Gonçalves** (Uneb). A sessão teve duração de 1h29min (uma hora e vinte e nove). Após a apresentação da dissertação e do produto educacional pela mestranda e a subsequente arguição pelos examinadores, a Banca Examinadora emitiu o seguinte parecer:


CONCEITO		
APROVADO ( X )	APROVADO COM RESTRIÇÃO ( )	REPROVADO ( )
NOTA/PARECER		
A banca reunida em 17 de março de 2026 deliberou pela APROVAÇÃO de <i>Rosane de Alcântara Queiroz</i> com nota 8,5 (oito e meio). A mestranda terá 60 dias a partir de hoje para realizar os ajustes recomendados pela banca e proceder com a entrega do material definitivo.		

Salvador, 17 de março de 2026,

Documento assinado digitalmente  
 **DILSON ANTONIO ROSARIO DOS SANTOS**  
 Data: 22/03/2026 10:02:28-0300  
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**José Vicente Cardoso Santos**  
 Documento assinado digitalmente  
 **JOSE VICENTE CARDOSO SANTOS**  
 Data: 20/03/2026 20:38:19-0300  
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>  
 ientador

**Dilson Antônio Rosário dos Santos**  
 Membro da banca

Documento assinado digitalmente  
 **ROSANE DE ALCANTARA QUEIROZ**  
 Data: 23/03/2026 21:23:10-0300  
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

*Melina Silva de Lima*  
**Melina Silva de Lima**  
 Membro da banca

**Rosane de Alcântara Queiroz**  
 Mestranda

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus, cuja orientação foi fundamental ao longo desta trajetória. Expresso, também, minha profunda gratidão aos meus pais, Rita Maria de Alcantara Queiroz e Eduardo José Nascimento de Queiroz, por serem os maiores apoiadores e incentivadores em todos os momentos da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo constante cuidado com minha saúde e bem-estar físico.

Aos meus pais, Eduardo e Rita, expresso profunda gratidão por sempre valorizarem a educação como um meio de proporcionar estabilidade, abrindo mão, inclusive, de alguns de seus próprios sonhos para investir no futuro de seus filhos.

Aos meus irmãos, Rita e Eduardo, agradeço pelo apoio contínuo e pela presença ao longo desta jornada.

Expresso sincera gratidão aos meus orientadores, Prof. Dr. José Vicente Cardoso Santos e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Rebeca Dourado Gonçalves, pela paciência, orientação e dedicação que tornaram possível a realização deste projeto.

Agradeço profundamente aos familiares que sempre acreditaram na realização dos meus sonhos.

Ao meu amigo Anderson Amorim Santos Silva, que me apresentou o curso e me incentivou a seguir essa jornada, desejo todo sucesso em sua própria trajetória.

Aos amigos que estiveram ao meu lado, oferecendo estímulo e motivação, meu sincero agradecimento.

Expresso ainda minha gratidão aos professores do curso, pela atenção dedicada e pelo excelente desempenho no compartilhamento do conhecimento.

Aos colegas de turma, agradeço pelos momentos compartilhados e pela união que fortaleceu o desenvolvimento dos trabalhos ao longo do processo.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

## RESUMO

Os subsunçores de conteúdos da Matemática nos processos de Aprendizagem Significativa aplicados à Cinemática representam uma abordagem que destaca a importância do conhecimento prévio dos alunos no próprio processo de aprendizagem. Nesse contexto, busca-se estabelecer conexões entre os novos conceitos matemáticos e os conhecimentos prévios dos estudantes. Com isso essa pesquisa tem como objetivo geral analisar a relação entre o conhecimento matemático e sua influência na aprendizagem de Cinemática Escalar no Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida, e como objetivos específicos, pretende-se construir e disseminar, por meio do produto/guia didático “Caminhando para a Física”, um conjunto de organizadores prévios capazes de conduzir estudantes do Ensino Médio a uma aprendizagem significativa dos conceitos de Cinemática Escalar, com destaque para o estudo da Queda Livre com o uso da plataforma wordwall.net; e análise da relação entre conhecimento matemático e aprendizagem da Física com apresentação dos organizadores prévios a partir do guia didático “Caminhando para a Física”. Para alcançar esses objetivos, utiliza-se uma metodologia baseada em revisão de literatura sobre os temas abordados, incluindo a proposta teórica de Ausubel e os conceitos e aplicações da Cinemática, associados à elaboração de sequências didáticas. Por fim, apresenta-se um produto educacional/guia didático denominado “Caminhando para a Física” associado ao tempo em que se reconhece que a linguagem matemática desempenha um papel fundamental na compreensão da Física, sendo comum a inter-relação entre os conteúdos abordados e espera-se que a observação dos relatos dos estudantes e a análise das atividades aplicadas proporcionem uma coleta de dados significativa para o estudo.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem Significativa; Equação do Segundo Grau; Cinemática.

## ABSTRACT

Mathematical content subsumers in Meaningful Learning processes applied to Kinematics represent an approach that emphasizes the importance of students' prior knowledge in the learning process itself. In this context, the aim is to establish connections between new mathematical concepts and students' prior knowledge. Therefore, this research aims to analyze the relationship between mathematical knowledge and its influence on the learning of Scalar Kinematics at Professor Rômulo Almeida State School. Specific objectives include developing and disseminating, through the product/teaching guide "Caminhando para a Física" (Walking to Physics), a set of pre-arranged resources capable of guiding high school students toward meaningful learning of Scalar Kinematics concepts, with an emphasis on the study of Free Fall using the wordwall.net platform. The research also analyzes the relationship between mathematical knowledge and physics learning, presenting the pre-arranged resources based on the "Caminhando para a Física" (Walking to Physics) teaching guide. To achieve these objectives, we use a methodology based on a literature review of the topics covered, including Ausubel's theoretical proposal and the concepts and applications of kinematics, combined with the development of teaching sequences. Finally, we present an educational product/teaching guide called "Caminhando para a Física" (Walking to Physics), which reflects the recognition that mathematical language plays a fundamental role in understanding physics. Interrelationships between the topics covered are common. We hope that observation of student accounts and analysis of applied activities will provide meaningful data collection for the study.

**Keywords:** Meaningful Learning; Quadratic Equation; Kinematics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Movimento Unidimensional .....	26
Figura 2 - Gráficos para derivada .....	28
Figura 3 - A aceleração instantânea em $t=t^*$ .....	30
Figura 4 - A variação na velocidade $\Delta v$ entre $t_i$ e $t_i + \Delta t$ .....	31
Figura 5 - Gráficos de $v \times t$ (A) e $x \times t$ (B). .....	32
Figura 6 - Gráficos de $v \times t$ (A) e $x \times t$ (B). .....	32
Figura 7 - Esquema Aprendizagem Significativa.....	37
Figura 8 - Guia Caminhando Para a Física.....	42
Figura 9 - Plataforma Wordwall.Net .....	47
Figura 10 - Intervenção Didática (AVALIAÇÃO).....	49
Figura 11 - Instrumentos para experimentos de Física.....	50
Figura 12 - Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida .....	51
Figura 13 - Aplicação da Experimentação Didática (AVALIAÇÃO) .....	59
Figura 14 - Aplicação da Experimentação Didática (PÓS-AVALIAÇÃO) - 2. ....	60
Figura 15 - Aplicação da Experimentação Didática (PÓS-AVALIAÇÃO).....	60
Figura 16 - Atividade de Física .....	61
Figura 17 - Atividades de Física (respostas dos discentes) .....	61
Figura 18 - Registros dos Instrumentos aplicados pós-teste. ....	66
Figura 19 - Sala de aula .....	67
Figura 20 - Atividade de Física .....	67
Figura 21 - Atividade de Física com resposta dos discentes .....	68
Figura 22 - Atividade de Física com resposta dos discentes .....	69
Figura 23 - Discentes realizando a Atividade de Física .....	70

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	10
1.1. O programa e as produções associadas: um pouco da trajetória da autora.....	10
1.2. Cenários e razões da pesquisa: a aprendizagem significativa no ensino médio.....	13
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo Geral .....	16
1.3.2. Objetivos Específicos .....	16
1.4. Justificativa da Pesquisa a Partir do Produto Educacional.....	16
1.5. Estrutura da Dissertação .....	19
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	20
2.1. Estudos Correlatos de Subsunoçores no Ensino de Física .....	20
2.1.1 As dificuldades relatadas .....	20
2.1.2. A escolha de ferramentas.....	20
2.1.3. Construção de avaliações de qualidade e o Comitê de Ética.....	21
2.1.4. Discussão atual sobre a temática e pesquisas correlatas.....	22
2.1.5. Discussão crítica e a inquietação dos estudantes.....	24
2.2. O Estudo do Movimento dos Corpos .....	25
2.2.1. Conceitos Físicos e exemplos: posição, velocidade e aceleração .....	25
2.2.2. Conceitos Matemáticos de limites e derivadas.....	27
2.3. Aprendizagem Significativa .....	33
2.3.1. Apresentação, História e Importância .....	33
2.3.2. Aplicação no Brasil .....	34
2.3.3. Definições e aspectos metodológicos de aplicação .....	36
2.3.4. A Relação de Subsunoçores e a Aprendizagem Significativa.....	38
2.4. A Plataforma WORDWALL.NET .....	38
2.4.1. Conceitos .....	38
2.4.2. Aplicações na Matemática: no ensino médio .....	39
2.4.3. Aplicações na Física: cinemática no ensino médio .....	39
2.4.4. O uso conjunto.....	40
<b>3. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO CEPRA</b>	41
3.1. Estrutura Didática no Colégio Estadual Prof. Rômulo Almeida .....	41
3.2. Produto Educacional.....	42
3.2.1. A proposta .....	42
3.2.2. A estrutura do produto educacional.....	42
3.2.3. Elementos motivacionais .....	43
3.3. Composição do Produto Educacional.....	44
<b>4. METODOLOGIA: procedimentos, gamificação e resultados</b>	46
4.1. Classificação metodológica .....	46
4.2. Aplicação Didática .....	47
4.3. Distribuição de Atividades .....	48
4.4. Intervenção Pedagógica e o Uso da Gameficação.....	48
4.5. Análise dos Resultados.....	50
4.5.1. <i>Locus</i> da Pesquisa.....	50
4.5.2. Materiais Produzidos .....	51
4.5.3. Avaliação dos Dados Coletados .....	53
4.5.3.1. Acertos de objetos da Física .....	53

4.5.3.2. Interação sobre unidades de massa.....	54
4.5.3.3. Interação sobre 1º grau .....	55
4.5.3.4. Interação sobre 2º grau .....	55
4.5.3.5. Considerações.....	56
4.5.4. Aplicação da avaliação .....	57
4.5.5. Procedimentos .....	57
4.5.5.1. Primeira Atividade.....	59
4.5.5.2. Segunda Atividade.....	66
4.5.6. Considerações sobre as Aplicações do Produto Educacional.....	71
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>72</b>
5.1. Contribuições Principais da Pesquisa.....	72
5.2. Segunda Atividade: o legado do produto educacional .....	73
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE A - Artigo Publicado na Revista AURUM (ISSN: 3085-7783) .....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE B - Produto/Guia Didático: “Caminhando para a Física”.....</b>	<b>91</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. O programa e as produções associadas: um pouco da trajetória da autora

Em atendimento às exigências formais, estabelecidas pelo MNPEF, faz-se necessário inicialmente, considerar que o produto educacional é uma produção obrigatória e deve ser desenvolvido de modo que outros professores interessados na proposta didática sejam capazes de utilizá-la sem uma necessária consulta à dissertação, ou seja, de forma independente, e, além disso, a escrita do produto precisa seguir as mesmas normas de formatação da dissertação de forma que a entrega deve ser feita obrigatoriamente em dois arquivos, a dissertação e o produto, sendo que esse deve ter vida própria e não necessitará de consultas à dissertação.

Além disso, o autor, nesse caso, a autora, deve apresentar-se em descrição da sua trajetória de vida acadêmica e profissional, onde, a partir da mesma, tem-se o texto de aproximação à temática e afins.

Com isso considera-se também que, na atualidade, as disciplinas de Matemática e Física estão intimamente interligadas, pois a Física é uma ciência natural que investiga as leis que governam o universo, enquanto a Matemática funciona como a linguagem utilizada para descrever essas leis. Com base nessa relação, observa-se na prática docente que o conhecimento prévio de certos conteúdos matemáticos, como equações e funções, torna-se um pré-requisito essencial para a compreensão da Cinemática (Brasil, 2021).

A dificuldade que os estudantes do ensino médio de resolver cálculos em física se depara com a falta de base na linguagem matemática como no reconhecimento até de símbolos matemáticos (igualdade, multiplicação, delta, fração entre outros), durante a observação nos 22 anos que leciono a disciplina Física.

Nesse cenário a pesquisa surge das dificuldades apresentadas dos conhecimentos matemáticos necessários em Física pelos estudantes do ensino médio, nesse momento com o 1 Ano Integral. Assim a abordagem dos conteúdos ressalta a necessidade de conhecimento prévio dos alunos de acordo com a proposta de David Ausubel em 1963.

A presente pesquisa fundamenta-se na importância dos subsunçores e na necessidade de revisão das práticas pedagógicas, tendo como objetivo inicial a percepção do conteúdo matemático, em detrimento de seu ensino. A motivação da pesquisa fundamenta-se na importância dos subsunçores e na necessidade de revisão das práticas pedagógicas, tendo

como objetivo inicial a percepção do conteúdo matemático, e não o seu ensino. Nesse sentido, a compreensão de um determinado assunto contribui significativamente para o desenvolvimento da aprendizagem de novos conteúdos, conforme a teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel (2003).

Assim, no desenvolvimento didático da pesquisa, foi elaborado um Guia de Organizadores Prévios (produto didático), com o intuito de auxiliar professores de todo o país em suas aulas de introdução à Cinemática Escalar, buscando minimizar impactos no desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Os organizadores prévios, conforme David Ausubel (2003), atuam como elementos facilitadores da aprendizagem, ao estabelecer conexões entre o conhecimento prévio e os novos conteúdos.

O guia desenvolvido poderá, ainda, ser adaptado a outros conteúdos, conforme as necessidades do docente em suas práticas pedagógicas.

Com isso, a autora, Rosane de Alcântara Queiroz, concluiu, em junho de 1999, o curso de Tecnólogo em Administração Hoteleira no Instituto Federal da Bahia (à época, CEFET-BA), tendo atuado na área hoteleira até o ano de 2000. Paralelamente, ingressou, em 1996, no curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Católica do Salvador, iniciando uma trajetória de formação voltada à docência, área pela qual sempre demonstrou interesse.

Cabe destacar que, ainda durante a graduação, lecionou no período de 2000 a 2003 na rede estadual de ensino, por meio de contrato temporário (REDA).

Concluindo, em 2003 o curso de Licenciatura em Matemática, prestei concurso para professora em município do estado da Bahia, obtendo aprovação e sendo convocada município de Lauro de Freitas. Assim que entrei no estado para ensinar sempre lecionei as disciplinas de Matemática e Física, o que não foi nenhum obstáculo para mim. Como a minha formação inicial era em matemática resolvi fazer uma especialização em Docência da Física para contribuir no aprendizado dos meus alunos.

No período de 2003 a 2006 participando do programa Universidade para Todos, na qualidade de professora / monitora, da disciplina Matemática, promovido pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Também participei do Curso de Extensão em Matemática do Ensino Médio, em 2004, pela Universidade Católica do Salvador.

Em 2004 a autora iniciou o Curso de Especialização em Matemática: Novas Tecnologias, pela Universidade Católica do Salvador. A dissertação final teve como título: “O movimento da informática nas escolas públicas da cidade de Salvador. Tecnologias como fator de aprendizado em sala de aula”.

Participou também, em 2005, do Programa Nacional de Inclusão de Jovens: Educação, Qualificação e Ação Comunitária - ProJovem, idealizado pelo Governo Federal, após a formação para Educadores e Gestores, trabalhei como Qualificadora Profissional de 2006 a 2008.

Em 2007 e 2008, participou do Curso de Aperfeiçoamento para Professores de Matemática do Ensino Médio com Teleconferências Via Internet, promovido pelo Departamento de Matemática da Universidade Federal da Bahia, em parceria com a Associação Instituto de Matemática Pura e Aplicada -IMPA/OS.

Neste período de 2007 e 2008, também participou do Programa de Formação Continuada Gestão da Aprendizagem Escolar - GESTAR II - Matemática pelo Instituto Anísio Teixeira- SEC -BA. Em uma participação em um Curso de Mídias Digitais promovido, pelo Instituto Anísio Teixeira - SEC- BA, no período de 19 de setembro a 02 de dezembro de 2008, neste período criei meu Blog no blogspot: [caminhandopelafisica.blogspot.com](http://caminhandopelafisica.blogspot.com).

No ano seguinte também participou também com aproveitamento do Curso de Popularização da Ciência: Novas Abordagens Pedagógicas III, pelo Instituto Anísio Teixeira de 09 a 20 de março de 2009.

Já no ano de 2011, ingressou no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Docência da Física - AVM Faculdade Integrada, tendo concluído em 2013. A dissertação final teve como título: “O Ambiente nas escolas da rede estadual de ensino médio da cidade de Lauro de Freitas”.

De 2012 a 2013 participou também como cursista do Curso de Capacitação Profissional em práticas para a melhoria da qualificação do ensino e da aprendizagem, na Universidade de Brasília, modalidade educação a distância.

De 2014 a 2015, participei de mais um Curso de Aperfeiçoamento em Tecnologias Educacionais (CATE) ofertado pela Unidade Acadêmica de Educação a Distância da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Em paralelo, também de 2014 a 2015 participei do Curso de Formação de Professores e Coordenadores Pedagógicos do Ensino Médio Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio \_ PNEM-Ba, promovido pela Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, em 2018 pela Faculdade de Comunicação da Universidade Federal da Bahia, participei do curso Uso Pedagógico de Tecnologias Educacionais (MóduloII).

Em 2020 a 2021, participou do curso de aperfeiçoamento em “Tecnologias Digitais na Educação”, promovido pela Prefeitura de Sobral - Universidade Federal do Ceará. Ainda em

2020, participei do Programa de Capacitação Continuada e Aperfeiçoamento dos Servidores da Secretaria Municipal de Educação de Lauro de Freitas, ambos na modalidade EAD.

Em abril de 2007 ingressou na rede estadual da Bahia, através de concurso público nomeada em 2007, para o cargo de Professora de Matemática, na Secretaria da Educação (SEC- BA). Assumido as disciplinas Matemática e Física, e, em maio de 2008 ingressei na rede municipal da cidade de Lauro de Freitas, através de concurso público realizado em 2005, para o cargo de Professora de Matemática, na Secretaria Municipal de Educação de Lauro de Freitas.

Desde que iniciou a docência com a disciplina Física o despertar da pesquisa tem atraído o meu olhar em prol do desenvolvimento e compartilhamento da ciência, além da preocupação de ministrar aulas que motive os discentes na compreensão dos conteúdos trabalhados.

No primeiro do semestre de 2021 desenvolveu com os alunos do Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida do 1 Ano do Ensino Médio uma atividade de produção de vídeos que relacionava as três Leis de Newton as modalidades esportivas nas Olimpíadas de Tóquio de 2020 (realizada em 2021).

Neste projeto tendo como o objetivo de incentivar o conhecimento da física no cotidiano e facilitar a compreensão de conteúdos trabalhados tornando o ensino da física mais compreensível para os alunos do ensino médio.

Por fim, como produção independente da dissertação e do produto, gerou-se também publicação de artigo em revista multidisciplinar, Aurum, conforme registrado no Apêndice A, dessa dissertação.

## 1.2. Cenários e razões da pesquisa: a aprendizagem significativa no ensino médio

Na atualidade, as disciplinas de Matemática e Física estão intimamente interligadas, pois a Física é uma ciência natural que investiga as leis que governam o universo, enquanto a Matemática funciona como a linguagem utilizada para descrever essas leis. Com base nessa relação, observa-se na prática docente que o conhecimento prévio de certos conteúdos matemáticos, como equações e funções, torna-se um pré-requisito essencial para a compreensão da Cinemática (Brasil, 2021).

Diversos autores, como David Paul Ausubel (1963) e Marco Antônio Moreira (1983, 1999, 2006), destacam a importância da aprendizagem significativa. Para que o estudante assimile um novo conhecimento de maneira eficaz, é fundamental que isso ocorra de forma

significativa. Nesse processo, os organizadores prévios desempenham um papel central, funcionando como uma estratégia instrucional essencial para facilitar a construção da estrutura cognitiva do aprendiz. Esses organizadores podem ser introduzidos por meio de atividades preparatórias, realizadas antes da apresentação do material de aprendizagem (Ausubel, 1960).

Na construção do conhecimento em Física, é imprescindível reconhecer o papel dos subsunçores, entendidos como ideias preexistentes na estrutura cognitiva do estudante. A importância dos subsunçores matemáticos na aprendizagem significativa da Cinemática estabelece uma relação fundamental, influenciando diretamente a compreensão dos conceitos dessa área, uma vez que o domínio dos objetos matemáticos se torna especialmente relevante nesse processo.

A relação entre o conceito de subsunçor e a aprendizagem significativa foi proposta por David Ausubel (1963), ao destacar que novos conhecimentos são assimilados de forma significativa quando ancorados em conceitos previamente estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz.

O subsunçor, ou ideia-âncora, representa, nesse contexto, o conhecimento específico presente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permite atribuir significado a novos conteúdos apresentados. Reconhecer o conhecimento prévio é, portanto, crucial para a nova aprendizagem (Moreira, 2013), podendo esse conhecimento ser representado por símbolos significativos, conceitos, proposições, modelos mentais ou imagens, conforme descrito por Ausubel (1963).

No âmbito da teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, a aquisição de novos conhecimentos ocorre de forma não arbitrária e substantiva, a partir da interação com conceitos já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, denominados subsunçores. Esses elementos prévios funcionam como âncoras cognitivas, permitindo que novas informações sejam compreendidas, organizadas e integradas de maneira significativa.

Nesse contexto, a utilização de organizadores prévios torna-se uma estratégia didática relevante, especialmente no ensino de Física, ao favorecer a ativação de conhecimentos prévios dos estudantes antes da introdução de novos conteúdos. Por exemplo, no estudo da Cinemática Escalar, conceitos intuitivos como movimento, velocidade e variação de posição podem ser explorados inicialmente por meio de situações do cotidiano, possibilitando a construção de significados mais consistentes para grandezas físicas e suas representações matemáticas.

Dessa forma, a aprendizagem deixa de ser mecânica e passa a assumir um caráter mais reflexivo e estruturado, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Na aprendizagem da Cinemática, a presença de subsunçores da Matemática é essencial para que o estudante compreenda os cálculos necessários para a fundamentação dos conceitos. A partir das ideias já adquiridas, os estudantes podem expandir e desenvolver novos conteúdos apresentados. Assim, a abordagem dos conteúdos ressalta a necessidade de conhecimento prévio dos alunos, de acordo com a proposta de David Ausubel em 1963.

O ensino de Cinemática, quando desvinculado dos conhecimentos matemáticos necessários, pode contribuir para a desmotivação dos estudantes. Nesse contexto, essa problemática pode ser analisada à luz da teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel. Nessa perspectiva, o papel do professor torna-se fundamental na identificação e na adoção de estratégias que promovam a revisão de conhecimentos básicos essenciais à compreensão do conteúdo.

A dificuldade dos estudantes na resolução de equações do segundo grau e de conteúdos básicos de Matemática, como as quatro operações (adição, subtração, multiplicação e divisão), tem sido frequentemente observada na resolução de atividades no ensino de Física. Tal cenário suscita reflexões acerca da introdução de conteúdos como o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, cuja compreensão demanda conhecimentos matemáticos prévios. De acordo com David Ausubel (1968), a aprendizagem de novos conteúdos está diretamente relacionada à estrutura cognitiva pré-existente do estudante. Além disso, estudos na área de ensino de Física, como os de Marco Antonio Moreira, indicam que dificuldades conceituais frequentemente estão associadas à fragilidade desses conhecimentos prévios.

Diante desse cenário, questiona-se como o professor pode revisar suas práticas de ensino ao identificar que as dificuldades de compreensão matemática dos estudantes interferem na aprendizagem dos conteúdos de Física. Essa constitui uma das hipóteses que orientam a presente pesquisa. Considera-se, nesse contexto, que, por meio dos subsunçores, os estudantes podem compreender e atribuir significado à aprendizagem, conforme os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

A compreensão de um determinado assunto contribui para o desenvolvimento do aprendizado desse conteúdo. Portanto, no desenvolvimento didático da pesquisa, um Guia de Organizadores Prévios (produto didático) foi construído para que professores de todo o país possam utilizá-lo em suas aulas de introdução à Cinemática Escalar, com vistas à minimização dos impactos no desenvolvimento cognitivo dos estudantes. É importante utilizar organizadores prévios para dar continuidade ao que está sendo aprendido e aos

objetivos que devem ser alcançados. Essa proposta pode ser situada no contexto do desenvolvimento pedagógico ao longo das últimas décadas, com raízes nas teorias de Ausubel dos anos 1960 e sua aplicação crescente no ensino a partir dos anos 1990 e 2000.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo Geral

Analisar a relação entre o conhecimento matemático e sua influência na aprendizagem de Cinemática Escalar no Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida.

Investigar a relação entre o conhecimento matemático prévio e a aprendizagem de conceitos de Cinemática Escalar por estudantes do Ensino Médio, a partir da utilização de organizadores prévios sistematizados no produto educacional “Caminhando para a Física.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Construir e disseminar, por meio do produto/guia didático “Caminhando para a Física”, um conjunto de organizadores prévios capazes de conduzir estudantes do Ensino Médio a uma aprendizagem significativa dos conceitos de Cinemática Escalar, com destaque para o estudo da Queda Livre com o uso da plataforma wordwall.net;
- Analisar a relação entre conhecimento matemático e aprendizagem da Física com apresentação dos organizadores prévios a partir do guia didático “Caminhando para a Física”.

### 1.4. Justificativa da Pesquisa a Partir do Produto Educacional

A dificuldade dos estudantes do Ensino Médio da rede pública da Bahia em compreender os conceitos físicos da Cinemática constitui o ponto de partida desta pesquisa. Tal problemática pode estar relacionada à fragilidade dos conhecimentos prévios necessários à aprendizagem desses conceitos, uma vez que, segundo Moreira (1999), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se ancoram em conhecimentos já existentes na

estrutura cognitiva do aluno. Nesse sentido, esta pesquisa busca compreender essa questão e propor atividades práticas que permitam analisar a situação atual dos discentes.

A análise das atividades propostas durante o processo de observação, associada às referências teóricas sobre o tema, fornece subsídios para compreender o processo de aprendizagem, bem como para a descrição do percurso investigativo. Nesse contexto, busca-se contribuir para uma aprendizagem significativa e para a construção de conhecimentos mais eficazes por parte dos estudantes, considerando que a aprendizagem ocorre de forma mais consistente quando novos conhecimentos se articulam aos conhecimentos prévios dos alunos, conforme Marco Antonio Moreira (1999).

O foco principal da proposta é refletido com base nos seus objetivos, geral e específicos, de forma a considerar a didática que é analisar a relação entre o conhecimento matemático e seu impacto na aprendizagem da Cinemática, além de buscar estratégias para evidenciar a importância do papel do(a) professor(a) como facilitador(a) e motivador(a) no processo de ensino de estudantes da rede pública.

Para que os estudantes alcancem o aprendizado necessário em Física, é crucial que o(a) professor(a) intervenha em suas dificuldades com os conhecimentos matemáticos. Para isso, é fundamental que o docente tenha acesso a material didático que otimize sua prática diária, permitindo ajustar seu ensino para garantir a compreensão do conteúdo. Essa abordagem, que enfatiza a intervenção do professor, ganhou destaque especialmente a partir dos anos 1990 e 2000.

Durante o processo de observação no ensino de Cinemática, foi possível notar a dificuldade dos estudantes em exercitar habilidades essenciais para a aprendizagem da Física, tais como, segundo Base Nacional Curricular Comum (BNCC):

Quadro 1 - Habilidades segundo a Base Nacional Comum Curricular

<b>Código na BNCC</b>	<b>Habilidades</b>
EF09MA01	Reconhecer que, uma vez fixada uma unidade de comprimento, existem segmentos de reta cujo comprimento não é expresso por número racional (como as medidas de diagonais de um polígono e alturas de um triângulo, quando se toma a medida de cada lado como unidade).

<b>Código na BNCC</b>	<b>Habilidades</b>
EF09MA02	Reconhecer um número irracional como um número real cuja representação decimal é infinita e não periódica, e estimar a localização de alguns deles na reta numérica.
EF09MA03	Efetuar cálculos com números reais, inclusive potências com expoentes fracionários.
EF09MA04	Resolver e elaborar problemas com números reais, inclusive em notação científica, envolvendo diferentes operações.
EF09MA05	Resolver e elaborar problemas que envolvam porcentagens, com a ideia de aplicação de percentuais sucessivos e a determinação das taxas percentuais, preferencialmente com o uso de tecnologias digitais, no contexto da educação financeira.
EF09MA07	Resolver problemas que envolvam a razão entre duas grandezas de espécies diferentes, como velocidade e densidade demográfica.
EF09MA08	Resolver e elaborar problemas que envolvam relações de proporcionalidade direta e inversa entre duas ou mais grandezas, inclusive escalas, divisão em partes proporcionais e taxa de variação, em contextos socioculturais, ambientais e de outras áreas.
EF09MA14	Resolver e elaborar problemas de aplicação do teorema de Pitágoras ou das relações de proporcionalidade envolvendo retas paralelas cortadas por secantes.
EF09MA13	Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos.
EF09MA06	Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.
EF09MA09	Compreender os processos de fatoração de expressões algébricas, com base em suas relações com os produtos notáveis, para resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais do 2º grau.

Fonte: (Brasil, 2018, p. 317).<sup>1</sup>

Por essa razão, os pesquisadores se dedicaram à criação do guia *Caminhando para a Física*, cujo principal objetivo é disponibilizar um conjunto de organizadores prévios para que professores de Física possam aplicá-los em suas turmas antes de iniciar o estudo da Cinemática. Espera-se que, com sua aplicação, ao abordar o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, os estudantes que apresentam dificuldades em exercitar habilidades como o entendimento básico de equações do segundo grau, a identificação do instante na função horária do espaço, ou até mesmo em reconhecer e elaborar gráficos de queda livre e

<sup>1</sup> Disponível em [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)

lançamento vertical, passem a enfrentar menos obstáculos. Isso deve resultar diretamente em um maior estímulo e engajamento para aprender e participar das aulas de Física.

### 1.5. Estrutura da Dissertação

Essa dissertação está estruturada em capítulos de maneira que o capítulo 1 considera a apresentação da temática, os objetivos, geral e os objetivos específicos, a justificativa da pesquisa a partir do produto educacional; no capítulo 2 tem-se uma revisão de literatura com as descrições, definições e conceitos do estudo do movimento dos corpos, posição, velocidade e aceleração juntamente com conceitos matemáticos associados como limites e derivadas, aprendizagem significativa e a descrição de importância histórica dessas temáticas bem como aplicações no Brasil com descrições dos aspectos metodológicos de aplicação; no capítulo 3 apresenta-se o desenvolvimento do produto/guia didático com a sua estrutura e propostas de aplicações do próprio produto; no capítulo 4 descreve-se a metodologia adotada, suas aplicações didáticas e a proposta de intervenção pedagógica e uso na gamificação com uso de aplicativo específico (a plataforma Wordwall.Net) com evidências ao lócus da pesquisa e respectivos materiais produzidos; e, por fim, no capítulo 5 apresenta-se as considerações finais, a descrição do cumprimento dos objetivos ao tempo em que se faz uma reflexão sobre trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Estudos Correlatos de Subsunoçores no Ensino de Física

#### 2.1.1 As dificuldades relatadas

A dificuldade apresentada pelos estudantes do Ensino Médio na compreensão de conteúdos de Cinemática, que demandam conhecimentos prévios, evidencia a necessidade de realizar um levantamento diagnóstico, especialmente diante da não resolução de questões relacionadas a operações básicas do Ensino Fundamental. Nesse contexto, destaca-se que a aprendizagem significativa ocorre quando novos conhecimentos se articulam a conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva do estudante (David Ausubel, 1984).

Em pesquisas no estado da arte da temática em estudo nos proporciona considerar que “os recursos tecnológicos são os materiais mais utilizados pelos pesquisadores para promover a ligação dos conceitos subsunoçores com os objetos de estudo.” e também “O propósito de utilizar esses materiais em aulas de Física consiste, segundo os autores, em motivar os estudantes e, assim, estabelecer a ponte entre os conhecimentos subsunoçores presentes em sua estrutura cognitiva e os assuntos de velocidade, aceleração, queda livre e lançamento vertical” (Pereira; Olenka; Oliveira, 2016).

Essa pesquisa então proporciona a utilização de materiais, como sendo os subsunoçores que são a interligação para novos conhecimentos. Na citação “Assim, aprender a relacionar conteúdos que muitas vezes não são relacionados em sala de aula da graduação pode auxiliar a compreensão do assunto e, principalmente, auxiliar o processo de ensino de alunos do ensino fundamental e médio com dificuldades de aprendizagem” neste artigo de A. M. Santos<sup>1</sup>, P. S. Carvalho (2021) na Revista do Professor de Física, o uso do software Tracker no estudo do movimento parabólico como uma ferramenta que permite a análise de vídeos para discussão e o aprendizado de conceitos físicos.

#### 2.1.2. A escolha de ferramentas

A partir dessa abordagem com o uso da ferramenta Wordwall de forma interativa permitindo a coleta de dados para a identificação da falta do conhecimento matemático

necessário a aprendizagem do ensino de Física. "Para que a aprendizagem seja significativa é necessário que o aluno possua, em sua estrutura cognitiva, conceitos relevantes e inclusivos que possam funcionar como subsunçores aos novos conhecimentos." (Moreira, 2011, p. 19).

A leitura tem apresentado um modelo teórico que visa melhorar o levantamento e a organização de subsunçores na aprendizagem significativa. A relação entre o conceito de subsunçor e a aprendizagem significativa foi apresentada por David Ausubel (Ausubel, 1963).

A exemplo tem-se:

- A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel é central para a educação, enfatizando a importância da estrutura cognitiva. (Ausubel, 1984).
- O levantamento de subsunçores é crucial para a aprendizagem significativa, mas frequentemente negligenciado.
- A organização avançada dos subsunçores é necessária para personalizar o ensino, considerando as diferenças nas estruturas cognitivas dos alunos.
- O modelo proposto utiliza técnicas diferenciadas como a interferência fuzzy -Lógica Fuzzy (ou lógica difusa) para formalizar o levantamento de subsunçores, permitindo comparações entre diferentes professores.

### 2.1.3. Construção de avaliações de qualidade e o Comitê de Ética

A proposta abre caminho para o desenvolvimento de avaliações automatizadas, fundamentadas em técnicas que visam à organização de elementos subjetivos e difusos no processo de ensino e aprendizagem, evidenciando sua relevância. Dessa forma, reconhecer a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes torna fundamental no processo da aprendizagem, conforme preconiza Ausubel (1984) quando afirma que: "A implementação efetiva da aprendizagem significativa exige a necessidade de reestruturação das avaliações e da organização do conhecimento dos estudantes".

Ao atuar como professora do 1º ano do Ensino Médio em um colégio público estadual da Bahia, torna-se possível desenvolver maior sensibilidade de reconhecer durante o ensino da disciplina de Física a dificuldade apresentada pelos alunos oriundos do ensino fundamental, sendo conteúdos que deveriam dominar para avançar no entendimento dos assuntos abordados.

#### 2.1.4. Discussão atual sobre a temática e pesquisas correlatas

Em análise do estado da arte de dez trabalhos que associam o ensino de cinemática no ensino médio à construção de subsunçores matemáticos, com ênfase em gráficos, funções e modelagem aprecia-se que, em cada item, tem-se uma proposta que favorece ideias-âncora na Matemática (função afim/quadrática, inclinação como taxa de variação, área sob a curva, proporcionalidade, linearidade/não-linearidade etc).

Verifica-se então que Pietrocola (2002) defende a matemática como linguagem estruturante do conhecimento físico: ao tratar da necessidade de explicitar o papel epistêmico da Matemática nas aulas de Física, o autor recomenda integrar, desde o início, as representações matemáticas como parte do sentido físico - por exemplo, trabalhar movimento retilíneo uniforme (MRU) como caso paradigmático de função afim e a inclinação do gráfico  $s \times t$  como taxa de variação constante. Isso cria subsunçores como “reta = proporcionalidade = velocidade constante”, que ancoram novos conceitos (MRUV, função quadrática, derivada como taxa instantânea).

No mesmo diapasão Araujo, Veit e Moreira mostram que atividades de modelagem computacional apoiam a leitura/interpretação de gráficos de cinemática: quando os estudantes constroem e ajustam modelos para dados  $s \times t$  e  $v \times t$ , estabilizam subsunçores de função afim/quadrática, inclinação e área sob curva (deslocamento), reduzindo confusões frequentes (como “altura do gráfico = velocidade”). O desenho didático enfatiza múltiplas representações e a passagem coordenada entre elas, fortalecendo pontes conceituais com a Matemática escolar (Araújo; Veit; Moreira, 2004).

Verifica-se também que, segundo afirmam Dworakowski et al. um arranjo Arduino + sensor ultrassônico + PLX-DAQ para produzir gráficos de movimento em tempo real com turmas de 1º ano do EM: a tarefa de “reproduzir” um gráfico alvo (reta crescente/decrescente, trechos com paradas e mudanças de sentido) exige que o estudante acione subsunçores matemáticos de proporcionalidade, inclinação e concatenação de funções por trechos. O retorno imediato da curva medida permite negociar significados (inclinação = velocidade), solidificando o ancoradouro matemático para as grandezas cinemáticas (Dworakowski et al., 2016).

Barros e De Jesus relatam que em uma sequência de nove aulas com experimentação, Peer Instruction em que aplicação do TUG-K mostram que discutir concepções alternativas sobre gráficos de cinemática e confrontá-las com dados experimentais ajuda a consolidar

subsunçores de leitura de gráficos, especialmente “inclinação como taxa” e “área como deslocamento”, articulando funções do 1º e 2º graus de forma que o uso do TUG-K serviu como diagnóstico e como eixo metacognitivo para reorganizar a estrutura conceitual dos alunos (Barros; de Jesus, 2019).

Santos, em pesquisa análoga, desenvolve uma sequência didática com vídeo-análise (Tracker) fundamentada em Aprendizagem Significativa de forma que, ao extrair dados de movimento de vídeos, os estudantes ajustam funções, comparam parâmetros e negociam significados entre curvas  $s \times t$ ,  $v \times t$  e  $a \times t$ . A prática estabiliza subsunçores como “reta  $\leftrightarrow$  velocidade constante”, “parábola  $\leftrightarrow$  aceleração constante”, “coeficiente angular  $\leftrightarrow$  taxa”, “coeficiente linear  $\leftrightarrow$  condição inicial” (Santos, 2014).

Bordin, em dissertação e produto educacional, mapeia potencialidades didáticas do Tracker: a organização dos episódios didáticos recomenda começar por situações de MRU para cimentar a função afim como subsunçor, e então migrar a MRUV, introduzindo “não-linearidade” e “curvatura” como pistas visuais que exigem novos esquemas (função quadrática/ajuste polinomial). O material orienta a leitura de parâmetros e o uso de regressões como estratégia de ancoragem matemática (Bordin, 2020).

Mota e Pereira (2023) apresentam a implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) voltada ao estudo do movimento uniforme (MU), articulando-o à função afim. A proposta evidencia o paralelismo entre o modelo matemático

$$s(t) = s_0 + vt$$

$s(t)=s_0+vt$  e o significado físico da velocidade como coeficiente angular da reta no gráfico posição-tempo. Tal abordagem favorece a construção de subsunçores ao estabelecer relações entre conceitos matemáticos e físicos, especialmente ao associar linearidade, proporcionalidade e constância do movimento.

No contexto do Ensino Médio, Cunha e Sasaki validam uma versão modificada do TUG-K, cuja análise estatística confirma o teste como instrumento sensível para identificar dificuldades nucleares de leitura gráfica (confundir valor do eixo com taxa; interpretar área) - justamente os pontos onde os subsunçores matemáticos devem ser ativados/fortalecidos. A recomendação prática é usar o TUG-K para orientar intervenções que liguem conscientemente “gráfico”  $\leftrightarrow$  “função”  $\leftrightarrow$  “taxa/área” (Cunha; Sasaki, 2019/2020).

Moreira, na base teórica, explicita que a aprendizagem significativa exige mobilização de subsunçores e sugere UEPS como roteiro para isso: na cinemática, isso implica recuperar explicitamente ideias-âncora (reta, inclinação, área, taxa, função) antes de introduzir novas

relações (aceleração, composição, vetores), garantindo ancoragem não arbitrária (Moreira, 2011; 2012).

#### 2.1.5. Discussão crítica e a inquietação dos estudantes

Além de despertar a inquietação dos estudantes a resolução de questões relacionadas à cinemática é proposto no aprendizado que possam utilizar os recursos tecnológico como interação no ensino da disciplina de Física. Segundo Antoni Zabala (1998), no livro *A prática educativa: como ensinar*, a sequência didática é o conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para alcançar determinados objetivos educacionais, levando em conta o processo de aprendizagem dos alunos.

Compondo as fases da Sequências Didáticas:

- a) Levantamento de conhecimentos prévios sobre o problema.
- b) Apresentar o problema - Atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade dos alunos.
- c) Contextualizar o problema - Seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação.
- d) Analisar o problema - Respostas intuitivas ou “hipóteses”.
- e) Discutir o problema - Expressão e comunicação. Explicação de perguntas ou problemas propostos.
- f) Propor soluções para o problema - Coleta, seleção e classificação dos dados.
- g) Sistematização do novo conhecimento - Generalização das conclusões tiradas.

Essas fases que são adequadas no estudo da Cinemática no movimento dos corpos, apresentadas no artigo “Relato de uma experiência didática: ensinar Física com os projetos didáticos na EJA, estudo de um caso”, publicado na revista *Experiências em Ensino de Ciências* (Volume 1, Número 1), nas páginas 55-66, em 2006.

Atribuindo assim a essa pesquisa, os conhecimentos prévios de matemática que são utilizados para se estudar Física. Já a substantividade está relacionada à substância do novo conhecimento, aprender a estudar a Cinemática Escalar. Sendo apresentado instrumentos que o estudante possa interagir com a nova informação. "Os conhecimentos prévios em

Matemática funcionam como subsunçores, permitindo a integração de novos conceitos de forma significativa" (Moreira, 2006, p. 46).

Numa proposta para interação do usuário com o software no ensino da cinemática encontra o CineFut que é um jogo eletrônico voltado ao ensino de Cinemática, no qual o estudante aprende conceitos de Física a partir de situações que simulam jogadas de futebol. O jogo aborda os conceitos de velocidade, aceleração, deslocamento e trajetória (Reis, p.3, 2014).

Encontrar modelos que possam adequar ao estudo da Cinemática a turma do ensino médio de uma instituição pública do estado da Bahia submetida a pesquisa, contextualizando com as propostas descritas em artigos relacionados ao texto. Nessa observação dos trabalhos em sala de aula que abordam a mesma temática com professores utilizando recursos metodológicos no ensino da Cinemática, da origem ao levantamento da turma na qual participou do processo através de questionários impressos, da Plataforma Wordwall.Net e aplicativo Tracker utilizados na pesquisa.

## 2.2. O Estudo do Movimento dos Corpos

### 2.2.1. Conceitos Físicos e exemplos: posição, velocidade e aceleração

Os objetos no universo em expansão - desde grãos de poeira até galáxias - compartilham uma característica comum: o movimento. O ar aparentemente “parado” ao nosso redor, assim como os feixes de luz que entram diariamente em nossas casas, é composto por partículas cuja principal característica é o movimento. Todo esse discurso visa convidá-los a uma breve reflexão: se tudo se movimenta, por onde devemos começar o estudo sobre o movimento? (Bonjorno; Clinton, 2016).

Um impulso bem direcionado no centro de uma bola de bilhar ou um cubo de gelo deslizando sobre uma superfície lisa são exemplos de experimentos nos quais o objetivo principal do pesquisador é determinar ou medir a velocidade dos corpos em questão. Nos primórdios da experimentação, o movimento dos corpos era mensurado de forma rudimentar. Por essa razão, pesquisadores da Física dedicaram-se à elaboração de materiais capazes de auxiliar na formalização de uma grandeza fundamental: a velocidade (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

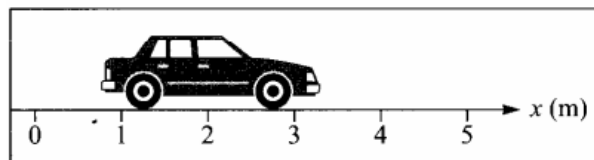
Como exemplo, consideremos um automóvel. Seu principal instrumento de medida é o velocímetro, que indica a distância que o carro percorre sobre uma superfície (estrada) em função do tempo. Em um cenário sem velocímetros, para conhecer a velocidade de um corpo, seria necessário medir os marcos quilométricos percorridos durante um intervalo de tempo de uma hora. Para obter a velocidade média, bastaria dividir a distância percorrida pelo tempo. Esse método permite determinar a velocidade média no intervalo em que a medição foi realizada, mas não a velocidade instantânea em cada momento, como faz um velocímetro. Portanto, para determinar a velocidade de um corpo em movimento, é preciso medir tanto a distância quanto o tempo (Tipler; Mosca, 2009; Nussenzveig, 2011; Cipolatti, 2015; Giancoli, 2016).

Para descrevermos a velocidade da forma mencionada, precisamos definir posição e tempo. Suponha um deslocamento em uma dimensão, representado por uma reta na qual se marcam intervalos numéricos arbitrários e iguais, associados à posição  $x$ .

Usando como exemplo o cubo de gelo mencionado anteriormente, ou um velocista em uma corrida, podemos determinar o tempo em que o corpo passa por cada posição na unidade de medida adotada, como o metro no Sistema Internacional (Tipler; Mosca, 2009).

O tempo, nesse caso, é medido em segundos, segundo o padrão do Sistema Internacional, ou em outra unidade no sistema de unidades adotado.

Figura 1 - Movimento Unidimensional



Fonte: (Nussenzveig, 2002).

Colocando em uma tabela a sequência de posições percorridas pelo corredor ou pelo cubo de gelo ao longo do tempo, é possível determinar a velocidade média em um intervalo de tempo.

Tabela 1 - Valores de  $t(s) \times x(m)$ .

t(s)	0	1	2	3	...
x(m)	0	0,8	3,1	1,5	...

Fonte: (Nussenzveig, 2002).

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Isso deve ser feito em todos os casos unidimensionais para o movimento dos corpos. Entretanto, se for adotada uma granulosidade menor da unidade de tempo e a velocidade impressa em cada intervalo, é possível obter uma variação de velocidade mais detalhada.

Adota-se a função,

$$x(t) = 5t^2 \quad (2)$$

é possível determinar as frações de velocidade para cada instante de tempo, desta forma:

$$\left. \begin{aligned} \bar{v}_{0 \rightarrow 1} &= \frac{x(1) - x(0)}{1 - 0} = \frac{5 - 0}{1 - 0} = 5 \text{ m/s} \\ \bar{v}_{1 \rightarrow 2} &= \frac{x(2) - x(1)}{2 - 1} = \frac{20 - 5}{2 - 1} = 15 \text{ m/s} \end{aligned} \right\} \Delta t = 1 \text{ s} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{v}_{0,9 \rightarrow 1} &= \frac{x(1) - x(0,9)}{1 - 0,9} = \frac{5,00 - 4,05}{1 - 0,9} = 9,5 \text{ m/s} \\ \bar{v}_{1 \rightarrow 1,1} &= \frac{x(1,1) - x(1)}{1,1 - 1} = \frac{6,05 - 5,00}{1,1 - 1} = 10,5 \text{ m/s} \end{aligned} \right\} \Delta t = 0,1 \text{ s} \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{v}_{0,99 \rightarrow 1} &= \frac{x(1) - x(0,99)}{1 - 0,99} = \frac{5,0000 - 4,9005}{1 - 0,99} = 9,95 \text{ m/s} \\ \bar{v}_{1 \rightarrow 1,01} &= \frac{x(1,01) - x(1)}{1,01 - 1,00} = \frac{5,1005 - 5,0000}{1,01 - 1,00} = 10,5 \text{ m/s} \end{aligned} \right\} \Delta t = 0,01 \text{ s} \quad (5)$$

Que pode ser observado como sendo uma análise de tendência numérica da função adotada.

## 2.2.2. Conceitos Matemáticos de limites e derivadas

Desta forma, para função  $x(t)$ , podemos determinar seu limite da seguinte forma:

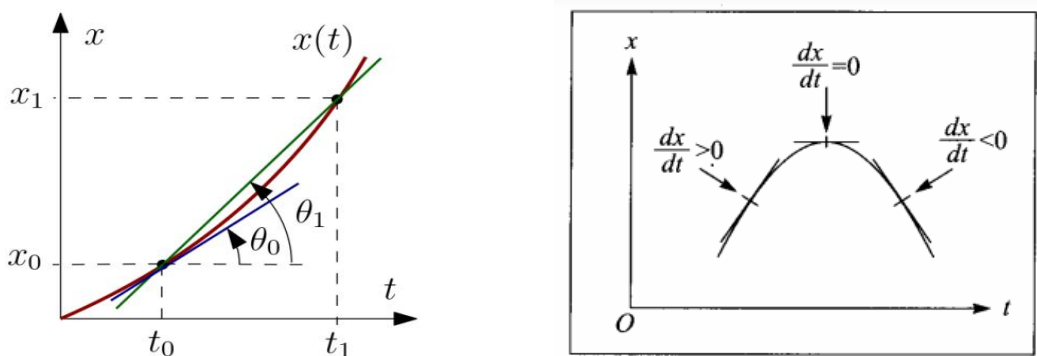
$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[ \frac{x(t_0 + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[ \frac{\Delta x}{\Delta t} \right]_{t=t_0} = \left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=t_0} \quad (6)$$

Quando temos uma função que varia de acordo com a coordenada, a derivada representa o limite da expressão em cima, conforme expressado na fórmula mencionada.

Podemos utilizá-la para calcular a velocidade em um dado instante de tempo  $t$ , ou seja, para determinar a velocidade em um intervalo de tempo específico, conforme a figura abaixo, teremos uma velocidade proporcional à tangente da curva, pois a tangente é uma razão adimensional resultante da relação entre dois comprimentos (Stewart, 2016; Thomas, 2015).

Por fim, pode-se associar a consideração de velocidade à inclinação da reta tangente no ponto da curva estabelecida. Geometricamente, a derivada de uma função qualquer  $f(t)$  é numericamente igual ao coeficiente angular da reta tangente passando por  $(t, f(t))$

Figura 2 - Gráficos para derivada



Fonte: (Nussenzweig, 2002).

Portanto, os corpos físicos ocupam posições sucessivas no espaço. Ou seja, a velocidade instantânea será dada pelo limite da razão incremental da taxa de variação da posição com o tempo, ou seja, a derivada temporal da posição do corpo.

Entendo o limite é possível,

$$\frac{d}{dt} x(t) = \frac{dx}{dt} = x(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (7)$$

É possível determinar, a velocidade dada a função  $x(t) = a$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} x(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{a - a}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} 0 = 0, \end{aligned} \quad (8)$$

Que, do ponto de vista geométrico, devemos perceber que uma função constante é uma reta paralela ao eixo  $X$ .

Assim, qualquer função constante tem uma inclinação (ângulo formado com o eixo  $X$ ) nula, cuja tangente (coeficiente angular) também é nula. Portanto, o coeficiente angular de uma reta paralela ao eixo  $X$ ,  $x(t) = a$ , é numericamente igual à sua derivada em qualquer ponto, ou seja, nulo (Anton; Bivens; Davis, 2009; Guidorizzi, 2013).

Para a função,  $x(t) = a + bt$ , representando o movimento uniforme (velocidade constante), temos

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} x(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\{a + b(t + \Delta t)\} - \{a + bt\}}{\Delta t} = \\ &= \lim_{\Delta t} \frac{\{a - a\} - \{b(t + \Delta t - t)\}}{\Delta t} = \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{b \cdot \Delta t}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} b = b \end{aligned} \tag{9}$$

Portanto, aprendemos que a derivada de uma função linear é igual ao seu coeficiente angular, confirmando assim nossa conjectura de que a derivada calculada em um ponto  $t$  é numericamente igual ao coeficiente angular da reta tangente à função  $x(t)$  (no mesmo ponto  $t$ ). Note que a reta tangente a uma reta coincide com a própria reta.

Se a função for de ordem quadrática,  $x(t) = a + bt + ct^2$ , levando-a a expressão do limite, teremos

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} x(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\{a + b(t + \Delta t)\} + c(t + \Delta t)^2 - \{a + bt + ct^2\}}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\{(a - a) + b(t + \Delta t - t) + c(t^2 + 2t\Delta t + \Delta t^2 - t^2)\}}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\{b\Delta t + c(2t\Delta t + \Delta t^2)\}}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (b + c2t + c\Delta t) \\ &= b + 2ct \end{aligned} \tag{10}$$

Portanto, pode calcular o coeficiente angular da reta tangente à curva no ponto  $(t, x(t))$ .

$$x(t) = a + bt + ct^2 \quad (11)$$

Dado exemplo do acelerador num automóvel, temos que aceleração pode ser interpretada como a medida da rapidez de variação da velocidade com tempo. A partir da consideração se usa o termo que o móvel se desloca com “boa aceleração”, segundo Nussenzveig (2002, p. 30)

Considerando a abordagem que está sendo feita, a aceleração média, ainda segundo Nussenzveig (2002, p. 31), pode ser obtida através da definição da aceleração instantânea  $a(t)$  em um instante  $t$ ,

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[ \frac{v(t+\Delta t) - v(t)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \frac{dv}{dt} \quad (12)$$

Ou seja, a aceleração instantânea é a derivada em relação ao tempo da velocidade instantânea.

$$a(t) = \frac{d}{dt} \left( \frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (13)$$

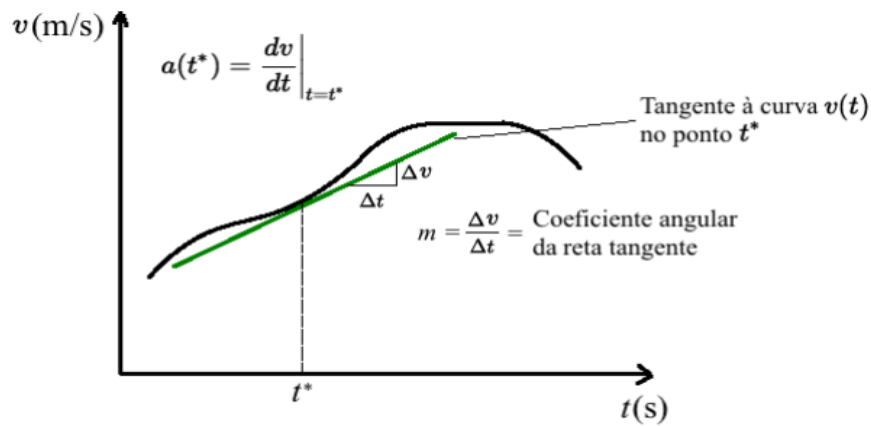
Para um corpo em movimento retilíneo, com velocidade variando com o tempo, por definição, temos:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} . \quad (14)$$

A aceleração é a derivada primeira de  $v$  em relação a  $t$ . Geometricamente, é o coeficiente angular (inclinação) da tangente à curva  $v \times t$  como supracitado. Em termos da posição a descrevemos como a derivada segunda de  $x$  em relação a  $t$ .

A figura abaixo expressa a aceleração instantânea de um corpo em movimento retilíneo com velocidade dada por  $v(t)$ .

Figura 3 - A aceleração instantânea em  $t=t^*$



Fonte: (Stewart, 2021).

Dada a expressão abaixo, temos que a variação da velocidade  $\Delta v$  por tempo muito pequeno  $\Delta t$ , ficará da seguinte forma:

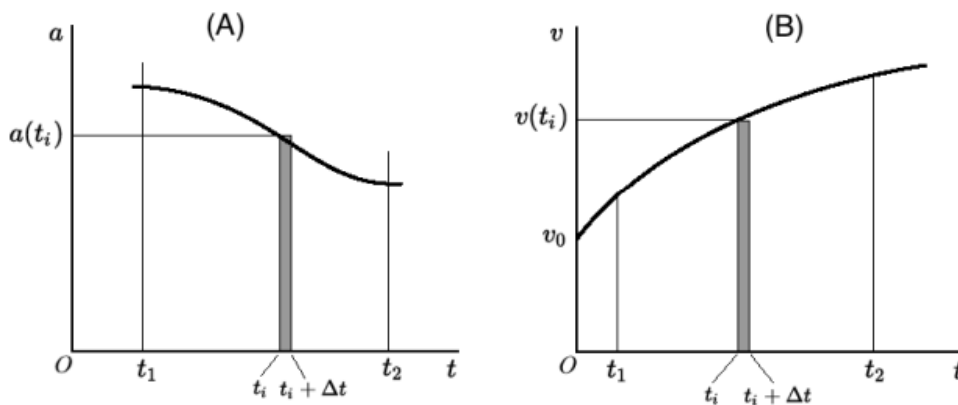
$$\Delta v = a \cdot \Delta t \quad (15)$$

Assim, quando menor for  $\Delta t$ , menor será a aproximação para  $\Delta v$ . Para um intervalo finito pode-se escrever  $\Delta v = v(t_2) - v(t_1) = v_2 - v_1$ . No limite do intervalo infinitesimal à área entre  $t_1$  e  $t_2$  fornecerá informações sobre  $a(t)$ . Matematicamente, isto se escreve como a integral definida,

$$v_2 - v_1 = \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \quad (16)$$

Conforme, gráfico a seguir:

Figura 4 - A variação na velocidade  $\Delta v$  entre  $t_i$  e  $t_i + \Delta t$



Fonte: (Stewart, 2021).

Para um tempo  $t$  indefinido a partir de um tempo feito igual a zero ( $t_0 = 0$ ), pode -se escrever:

$$v - v_0 = \int_0^t a(t) dt \quad (17)$$

A expressão acima fornece apenas a variação da velocidade durante o tempo  $t$ .  $v_0$  por ser caracterizado como constante de integração inicial: o valor de  $v$  para o instante inicial  $t=0$  (Leithold, 2016).

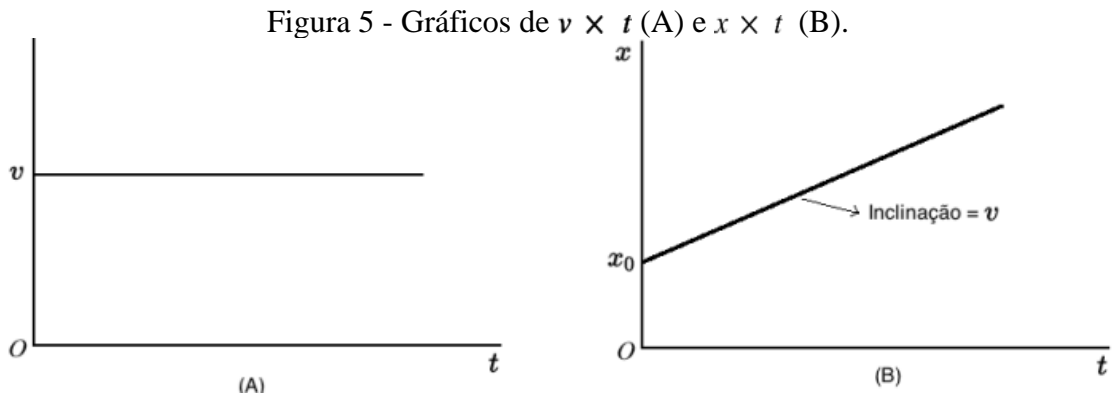
De modo análogo, podemos escrever, para obter a distância percorrida entre dois instantes de tempo  $t_1$  e  $t_2$ , através da figura (x) B.

$$x_2 - x_1 = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt \quad (18)$$

Essa integral fornece o a variação na posição para obtermos  $x(t)$  precisamente.

Sendo,  $v - v_0 = 0 \Rightarrow v = const.$

Teremos os gráficos de  $v \times t$  (A) e  $x \times t$  (B) para o movimento retilíneo com aceleração nula.



Fonte: (Stewart, 2021).

Portanto, se:

$$x - x_0 = \int_0^t v dt = v \int_0^t dt = vt \quad (19)$$

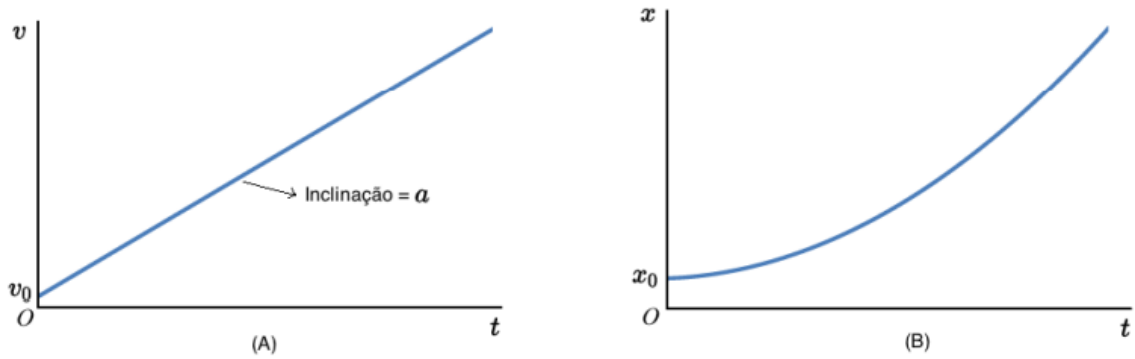
$$x = x_0 + vt \quad (20)$$

Temos o chamado, movimento retilíneo uniforme (MRU) e para  $a = const.$

$$v - v_0 = \int_0^t a dt = a \int_0^t dt = at \quad (21)$$

$$v = v_0 + at \quad (22)$$

Figura 6 - Gráficos de  $v \times t$  (A) e  $x \times t$  (B).



Fonte: Stewart (2021).

Temos os gráfico  $v \times t$  (A) e  $x \times t$  (B) para o movimento retilíneo com aceleração constante.

$$x - x_0 = \int_0^t (v_0 + at) dt = \int_0^t v_0 dt + \int_0^t at dt = v_0 \int_0^t dt + a \int_0^t t dt \Rightarrow$$

$$\text{Logo: } x - x_0 = v_0 t + a \frac{t^2}{2} \Big|_0^t = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow \quad (23)$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2.$$

Desta forma, o gráfico  $x(t)$  é uma curva quadrática conforme figura acima, caracterizando o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), com velocidade constante.

## 2.3. Aprendizagem Significativa

### 2.3.1. Apresentação, História e Importância

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1918-2008) é amplamente discutida por diversos autores, que contribuem para o aprofundamento de sua compreensão e aplicação. Discussões sobre essa perspectiva foram realizadas por David Ausubel (1918-2008), Joseph Novak (1930-2023), Antônio Nóvoa (1958-atual) e Marco Antônio Moreira (1942-atual).

David Ausubel, psicólogo educacional norte-americano, é a figura central dessa teoria pois ele desenvolveu a ideia de que a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são relacionadas a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para ele, a chave para a aprendizagem eficaz é a ancoragem de novos conhecimentos em ideias

relevantes e anteriores, promovendo uma rede de significados. Ausubel critica a aprendizagem mecânica, que ocorre quando as informações são memorizadas sem relação com o conhecimento pré-existente (Moreira, 2011).

Novak, um de seus seguidores, é conhecido por ter expandido a teoria da aprendizagem significativa ao desenvolver os mapas conceituais como uma ferramenta para facilitar essa aprendizagem. Os mapas conceituais ajudam a visualizar e organizar o conhecimento, mostrando como novos conceitos estão inter-relacionados com os conhecimentos anteriores. Ele aplicou as ideias de Ausubel à educação, defendendo que, ao organizar o conteúdo em um formato visual, é possível promover um aprendizado mais profundo e integrado (Moreira, 2011).

Embora não seja um seguidor direto de Ausubel, Nóvoa enfatiza a relevância de um aprendizado contextualizado, complementando a ideia de Ausubel sobre a necessidade de novas informações serem conectadas ao conhecimento pré-existente para que se tornem significativas. Neste texto, bem como nesta pesquisa, o objetivo central, na perspectiva da aprendizagem, será buscar indícios a partir da aplicação didática, via Guia Didático *Caminhando para a Física*, à luz dos escritos e percepções de Marco Antônio Moreira (Moreira, 2017).

Sobre Moreira pode-se afirmar que ele é um dos principais autores brasileiros que abordam a aprendizagem significativa, pois tem várias obras que aplicam a teoria ausubeliana ao ensino, especialmente nas áreas de ciências e física. Moreira argumenta que a aprendizagem significativa deve ser promovida através de estratégias de ensino que levem em conta os conhecimentos prévios dos estudantes e que o papel do professor é crucial para criar as condições adequadas para que essa aprendizagem ocorra.

### 2.3.2. Aplicação no Brasil

Moreira (2010) aborda três conceitos centrais que refletem transformações na educação contemporânea: o abandono da narrativa tradicional no ensino, a centralidade do aluno no processo de aprendizado e o desenvolvimento da habilidade de aprender criticamente. Critica o modelo tradicional de ensino, caracterizado pela narrativa expositiva, em que o professor é o único detentor do saber e o aluno apenas recebe passivamente as informações. Ele argumenta que esse modelo está ultrapassado, pois não estimula a aprendizagem significativa nem promove a construção ativa de conhecimento pelo aluno.

O foco da educação precisa ir além da mera transmissão de conteúdos, privilegiando processos que envolvam o aluno de maneira mais ativa e reflexiva. Defende que o ensino deve ser reestruturado de modo a focar nas necessidades, conhecimentos prévios e estilos de aprendizagem dos estudantes. Em vez de tratar todos os alunos de maneira uniforme, a proposta didática se insere no contexto dos subsunçores. Propõe que a educação deve ser personalizada, partindo do que o aluno já sabe e de suas experiências, para que o novo conteúdo possa ser integrado de forma significativa. Esse processo se alinha à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que sugere que novos conhecimentos só são realmente absorvidos quando conectados ao conhecimento pré-existente (Moreira, 2011).

Outro ponto crucial no texto é o desenvolvimento da capacidade de “aprender a aprender”. Moreira enfatiza a importância de formar alunos capazes de refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem, tornando-os mais autônomos e críticos. O aprender a aprender envolve a habilidade de avaliar o que se aprende e como se aprende, promovendo um pensamento crítico que desafia o senso comum e questiona informações de forma reflexiva e consciente (Moreira, 2017).

Ainda em Moreira (2017), busca esclarecer o conceito de aprendizagem significativa e suas implicações no contexto educacional. Retoma as bases da teoria proposta por David Ausubel (1918-2008), ao mesmo tempo em que atualiza o debate e oferece uma visão prática para o ensino. Ele explica que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue relacionar novos conteúdos com conhecimentos prévios de maneira não arbitrária e não literal, ou seja, o aprendizado acontece quando as novas informações são assimiladas de forma consciente e ativa, como base da estrutura cognitiva (Moreira, 2011).

Assim, a proposta de um trabalho didático com base nos subsunçores matemáticos ratifica a importância da assimilação dos conceitos da Cinemática Escalar na base cognitiva dos estudantes das escolas públicas do estado da Bahia. Moreira, também neste texto, enfatiza as condições para que essa aprendizagem significativa ocorra, como por exemplo:

- o conteúdo deve ser potencialmente significativo, ou seja, ter sentido e relevância para o aluno.
- o aluno deve ter uma disposição para aprender, o que envolve a intenção de estabelecer conexões entre o novo e o pré-existente;

- deve haver conhecimentos prévios relevantes que possam servir como âncoras para o novo conteúdo. Sem essas condições, o processo de aprendizagem tende a ser superficial.

Consubstanciando-se assim os principais conceitos da teoria da aprendizagem significativa.

### 2.3.3. Definições e aspectos metodológicos de aplicação

No capítulo da Metodologia, tem-se a discussão para verificar a existência ou não das condições supracitadas, na perspectiva abordada por Moreira, uma vez que ele também aponta a importância do professor para a promoção da aprendizagem significativa.

Essa importância inclui a não-transmissão de conteúdos, a identificação dos saberes prévios, o engajamento e a reflexão crítica. Moreira também destaca as implicações da teoria de Ausubel para a prática pedagógica. Ele propõe que os conteúdos escolares devem ser organizados de forma hierárquica e progressiva, onde conceitos mais básicos sirvam de base para a compreensão de ideias mais complexas.

Além disso, o ensino deve estar alinhado com os interesses e experiências dos/das estudantes, proporcionando um ambiente no qual eles possam se engajar cognitivamente.

Para Marco Antônio Moreira, a aprendizagem significativa deve ser crítica. Não basta apenas relacionar e compreender novos objetos de conhecimento, mas sim analisá-los e questioná-los, para que a autonomia e a reflexão sejam aprimoradas.

Por essa razão, o guia didático, produto educacional desta pesquisa, propõe uma atividade prática como avaliação, para que os/as estudantes tenham a possibilidade de inferir e refletir sobre o objeto de conhecimento estudado.

No capítulo intitulado *Aprendizagem significativa: um conceito subjacente*, de Marco Antônio Moreira<sup>2</sup>, há um aprofundamento do conceito central de aprendizagem significativa, à luz de David Ausubel. Por definição, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conhecimentos se conectam de maneira não arbitrária e substantiva com conceitos já existentes na estrutura cognitiva. Esse processo de construção de significados diferencia-se da aprendizagem mecânica, que é meramente memorística e não promove uma compreensão profunda.

---

<sup>2</sup> Moreira, M.A., Caballero, M.C. e Rodríguez, M.L (orgs.) (1997), "Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo", Burgos, Espanha, pp. 19-44

A aprendizagem significativa é ativa, requerendo do aluno uma disposição para aprender e a capacidade de estabelecer relações com o que já conhece. Para ele, “A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito” (Moreira, 2011).

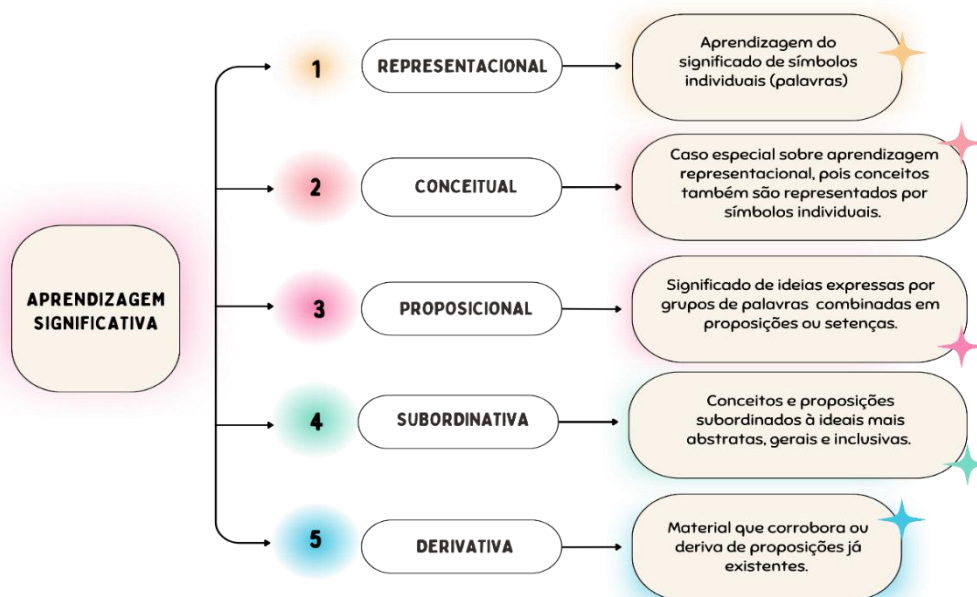
A não-arbitrariedade, como narrada por David Ausubel (1918-2008), tem foco na intencionalidade do planejamento pedagógico em conformidade com a estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, na relação direta com os aspectos que são relevantes.

Dito isso, para que a aprendizagem seja significativa, ela deve modificar a estrutura cognitiva do aluno de maneira estável. Isso significa que novos conceitos são assimilados e integram uma rede de significados, enriquecendo o conhecimento existente e facilitando a assimilação futura de mais conteúdos relacionados.

Destacam-se, nele, as sub-representações da aprendizagem significativa que, conforme David Ausubel (1918-2008) em Moreira (1997), contemplam os aspectos de aprendizagem presentes na estrutura da pesquisa didática, conforme apresentado abaixo.

A figura a seguir expressa elementos da aprendizagem nos quais a pesquisa didática busca se ancorar, uma vez que Moreira reforça que a aprendizagem significativa não é apenas um conceito teórico, mas uma abordagem prática que pode revolucionar a educação.

Figura 7 - Esquema Aprendizagem Significativa.



Fonte: Adaptado de David Ausubel (1982)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Cap. 10. p. 151-165

Ausubel (1982) argumenta que, ao promover a aprendizagem ativa e conectada aos conhecimentos prévios dos estudantes, o ensino pode se tornar mais eficaz, profundo e duradouro, contribuindo para o desenvolvimento de indivíduos mais críticos e autônomos em seu aprendizado.

#### 2.3.4. A Relação de Subsunoçores e a Aprendizagem Significativa

Os conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo o qual permite dar significado a novos conhecimentos são denominados de subsunoçores que são conceitos ou ideias já presentes na estrutura cognitiva do aluno, que servem como "âncoras" para a nova informação, assim, merece considerar que, para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário que o novo conteúdo se relacione de maneira não arbitrária e substantiva com essas ideias pré-existentes.

Dessa forma os conhecimentos prévios (subsunoçores) são os elementos fundamentais na Teoria Ausubel, a partir desse conhecimento o estudante poderá adquirir novos conhecimentos. Porém a aprendizagem significativa depende do interesse do aluno em aprender, ao papel do professor de facilitar a compreensão do conteúdo para que a aprendizagem aconteça (Moreira; Mansini, 2006).

Quando o aprendiz compreende o significado dos novos conhecimentos apresentados como fórmulas, conceitos, ideias, proposições, modelos sendo capaz de explicar situações e problemas, e desenvolver as teorias que lhe são demonstradas é atingida a aprendizagem significativa. A interação que ocorre entre o novo conhecimento e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do sujeito é o que estabelece a aprendizagem, segundo Ausubel e Novak (1980).

### 2.4. A Plataforma WORDWALL.NET

#### 2.4.1. Conceitos

A plataforma Wordwall.net é uma ferramenta digital amplamente utilizada para a criação de atividades interativas, como quizzes, jogos de correspondência e diagramas. Ela permite que professores desenvolvam conteúdos personalizados para suas aulas, promovendo o aprendizado ativo e interativo (WORDWALL, 2025).

De acordo com o site oficial da plataforma, "Wordwall pode ser usado para atividades interativas ou impressas, oferecendo flexibilidade tanto para ensino presencial quanto remoto" (WORDWALL, 2025).

#### 2.4.2. Aplicações na Matemática: no ensino médio

Em Matemática, a plataforma facilita a criação de exercícios sobre equações, sistemas lineares e conceitos de geometria. Um exemplo prático seria um jogo de classificação para identificar funções como lineares ou quadráticas, ou mesmo atividades de arrastar e soltar para resolver equações matemáticas. Além disso, jogos de associação podem ajudar os alunos a correlacionar gráficos com suas respectivas funções algébricas, promovendo a visualização dos conceitos matemáticos e incentivando o aprendizado ativo.

Assim, o Wordwall.net é uma plataforma online de criação de atividades interativas e imprimíveis, amplamente utilizada em contextos educacionais. Ela permite que professores e instrutores elaborem jogos educativos, quizzes, cruzadinhas, correspondências, caça-palavras, questionários e outras dinâmicas de forma rápida e personalizada.

A principal característica do Wordwall é a sua versatilidade: a partir de um único conjunto de perguntas e respostas, o usuário pode gerar diversos tipos de atividades, como quiz show, jogo da forca, roda da fortuna, pareamento, labirinto e muito mais.

A ferramenta oferece duas modalidades de uso: Versão gratuita, que permite criar um número limitado de atividades; e Versão premium (paga), com acesso ilimitado a modelos, recursos de compartilhamento e relatórios de desempenho dos alunos.

Em termos pedagógicos, o Wordwall.net é frequentemente associado à aprendizagem ativa e lúdica, promovendo engajamento e interação em sala de aula - tanto presencial quanto virtual - e integrando-se facilmente a plataformas como Google Classroom e Microsoft Teams.

#### 2.4.3. Aplicações na Física: cinemática no ensino médio

Na área de Física, o Wordwall.net é particularmente útil para reforçar conceitos e realizar revisões de conteúdos. Atividades como jogos de correspondência podem ser criadas para associar grandezas físicas às suas respectivas unidades ou fórmulas. Por exemplo, professores podem elaborar quizzes sobre Leis de Newton, onde os alunos precisam identificar as equações corretas ou responder a perguntas sobre a relação entre força, massa e

aceleração. Essas abordagens tornam o estudo de tópicos complexos mais dinâmico e acessível (WORDWALL, 2025).

#### 2.4.4. O uso conjunto

A utilização da Wordwall.net no ensino de Física e Matemática apresenta-se como uma ferramenta versátil para professores que buscam aumentar o engajamento dos alunos. Além disso, sua interface intuitiva e a possibilidade de adaptação dos conteúdos tornam a plataforma acessível para diferentes níveis de ensino, desde o fundamental até o superior.

### 3. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO CEPRA

#### 3.1. Estrutura Didática no Colégio Estadual Prof. Rômulo Almeida

A partir da análise de propostas que visam promover a aprendizagem dos discentes, a sequência didática apresentada foi elaborada com o objetivo de identificar e explorar os conhecimentos prévios dos estudantes para uma melhor compreensão da Cinemática. O lócus da pesquisa e da sequência didática é composto por estudantes do Ensino Médio do Colégio Estadual de Tempo Integral Professor Rômulo Almeida, localizado na Rua das Araras, s/n, no bairro do Imbuí.

Esse colégio é considerado de classe média, mas está cercado por áreas de ocupação espontânea, habitadas por uma comunidade numerosa de baixo poder aquisitivo, composta principalmente por jovens e adultos, muitos dos quais frequentam essa escola.

Quadro 2 - Estrutura Didática

AULA	TEMA	HABILIDADES ENVOLVIDAS	CARGA HORÁRIA
Aula 01	Trabalhando subsunções matemáticas de Base 01 - Números Reais e Unidades de Medidas.	(EF09MA01) (EF09MA02) (EF09MA03) (EF09MA04)	3 encontros de 50 minutos
Aula 02	Trabalhando subsunções matemáticas de Base 02 - Porcentagem, Razão e Proporção, Regra de Três.	(EF09MA05) (EF09MA07) (EF09MA08)	3 encontros de 50 minutos
Aula 03	Trabalhando subsunções matemáticas de Base 03 - Relações Métricas no Triângulo Retângulo e Teorema de Pitágoras.	(EF09MA14) (EF09MA13)	3 encontros de 50 minutos
Aula 04	Trabalhando subsunções matemáticas de Base 04 - Funções de 1º e 2º Graus.	(EF09MA06) (EF09MA09)	3 encontros de 50 minutos

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

## 3.2. Produto Educacional

### 3.2.1. A proposta

A proposta didática que resultou na elaboração do guia “*Caminhando para a Física*” consiste em um material que destaca a importância dos conceitos matemáticos para o desenvolvimento das habilidades necessárias ao ensino de Física, com foco específico no estudo da Cinemática Escolar, conforme se observa no link: <https://www.canva.com/design/DAG0zOKao7I/Qp9F6cLm5dYWwSQXEzWfsYA/edit> e pode-se verificar em extrato na Figura 8, a seguir:

Figura 8 - Guia Caminhando Para a Física.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Trata-se de um material didático introdutório à jornada na Física, pensado especificamente para auxiliar o professor que recebe estudantes oriundos do Ensino Fundamental II no início de suas trajetórias no Ensino Médio. Foi tomado o cuidado de dividir a jornada pedagógica em três momentos, respeitando a hierarquia no planejamento didático apresentada por David Ausubel (1918-2008) e reforçada por Moreira (1997).

### 3.2.2. A estrutura do produto educacional

A estrutura do produto educacional está descrita no quadro abaixo.

Quadro 3 - Esquema Pedagógico do Produto Educacional.

<b>Momento Pedagógico</b>	<b>Momento Didático</b>	<b>Tema</b>	<b>Objetivo</b>
Avaliação Diagnóstica	Organizador Prévio 01	Estação Interativa - Objetos de Conhecimento da Matemática.	Diante dos instrumentos de ensino, busca-se neste momento intervenção com propósito de levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.
	Organizador Prévio 02	Estação Interativa - Objetos de Conhecimento da Física	
Proposta de Intervenção - Avaliação	Organizador Prévio 03	Sequências de Aulas	Trabalhar os conhecimentos prévios (subsunçores) necessários à aprendizagem da Física.
Avaliação Final	Organizador Prévio 4	Instrumentos didáticos para a avaliação final: <b>Atividade 1 - Questionário Objetivo. Atividade 2 - Experimentação Prática.</b>	Verificar o desempenho dos/das estudantes quanto à assimilação dos conceitos da Física a partir da ancoragem dos subsunçores matemático.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

### 3.2.3. Elementos motivacionais

A principal motivação para a elaboração desta proposta surgiu da observação das dificuldades enfrentadas pelas turmas de 1º ano ao se depararem com o estudo da Física. A importância dos conhecimentos prévios, estabelecida na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008) e Antônio Moreira, orientou o formato desta construção didática, ressaltando a necessidade de mobilizar os conhecimentos prévios na construção do aprendizado.

Nos próximos capítulos, será realizada uma avaliação dos impactos da aplicação didática proposta. O modelo experimental, sugerido na avaliação, visa auxiliar na análise do nível de aprendizagem do objeto de conhecimento abordado, bem como ratificar e/ou evidenciar a subordinação de conceitos apresentada na teoria de Ausubel. Além disso, considera-se a possibilidade de utilizar outros instrumentos que possam contribuir para uma análise mais precisa e permitir intervenções no momento adequado. As situações didáticas apresentadas no guia têm o objetivo de promover o desenvolvimento dos estudantes, ajudando-os a superar as dificuldades encontradas no processo.

É fundamental destacar o conceito de subsunção para atribuir significado aos novos conhecimentos. Segundo Moreira (2012, p. 14), “subsunção é o nome dado a um conhecimento específico existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permite atribuir significado a um novo conhecimento apresentado ou descoberto por ele”.

### 3.3. Composição do Produto Educacional

Trata-se de material disponibilizado no CANVA que proporciona a apresentação ao aluno com descrição do seu desempenho, do papel no ensino da Física, e as suas principais características de ferramenta educacional.

O texto apresenta uma abordagem pedagógica interdisciplinar para o ensino de Física e Matemática no ensino médio, com foco na aprendizagem significativa e na superação da dicotomia entre o ensino das duas disciplinas. Ele enfatiza a importância da Matemática como uma ferramenta essencial para compreender e descrever fenômenos físicos, indo além da aplicação mecânica de fórmulas.

Principais Pontos, a citar:

- Relação Matemática e Física: A Matemática é descrita como a linguagem que permite a descrição precisa dos fenômenos naturais, sendo fundamental para modelagem, simulação, e interpretação de dados na Física.
- Proposta Pedagógica - Estações Interativas: Utilização de computadores para atividades interativas sobre temas como números reais, medidas, porcentagem, razão e proporção, e conceitos básicos de Física (movimento retilíneo uniforme e variado); Organizadores Prévios: Estratégias para diagnosticar conhecimentos prévios dos estudantes e prepará-los para novas aprendizagens; Sequências Didáticas:

Planejamento de aulas que integram conceitos fundamentais da Matemática (ex.: Teorema de Pitágoras, funções do 1º e 2º graus) com a Física aplicada.

- Desafios Identificados - Ensino tradicional de Física que prioriza a memorização de fórmulas sem contextualização; Dificuldade dos estudantes em associar conceitos matemáticos a fenômenos físicos devido a lacunas no ensino; Objetivos da Proposta - Promover um aprendizado conceitual e interativo; Utilizar o conhecimento histórico e contextual para engajar os alunos; Integrar ferramentas digitais e atividades práticas para melhorar a experiência educacional.
- Metodologia - Divisão de estudantes em grupos para leitura e discussões; Uso de jogos, problemas históricos e estratégias interativas para reforçar o aprendizado; Acompanhamento e avaliação do desempenho com base em formulários e atividades práticas.
- Referências Teóricas: Baseia-se em estudos de autores como David Ausubel (teoria da aprendizagem significativa), Reis e Santana, e Karam, enfatizando a interdependência entre Física e Matemática.

Em resumo, o texto propõe uma inovação no ensino de Física e Matemática por meio de metodologias ativas e integradas, focando na contextualização, no uso de ferramentas digitais, e no engajamento dos estudantes para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

## **4. METODOLOGIA: procedimentos, gamificação e resultados**

### 4.1. Classificação metodológica

A metodologia adotada pode ser classificada como sendo de natureza e abordagem metodológica com pesquisa qualitativa de natureza aplicada, com características de pesquisa-ação educacional e qualitativa devido ao fato de que busca compreender processos de ensino e aprendizagem em seu contexto natural, interpretando significados e percepções dos estudantes e aplicada devido ao fato de que visa solucionar um problema prático no ensino de Física: a dificuldade dos alunos em compreender a Cinemática por ausência de subsunções matemáticas.

Trata-se também de uma pesquisa-ação, já que a autora intervém diretamente no ambiente escolar, testando uma proposta didática e avaliando seus resultados de forma reflexiva e colaborativa com os alunos e outros docentes.

A metodologia tem como fundamentação teórica ancorada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963), mediada pelas interpretações de Marco Antônio Moreira (1999, 2011, 2017), e articulada à sequência didática de Zabala (1998).

É então uma metodologia tipificada como diagnóstica com aplicação de testes iniciais via Wordwall.net para identificar lacunas nos conhecimentos matemáticos necessários à Física e com etapa interventiva com desenvolvimento de uma sequência didática estruturada em quatro módulos (números reais, proporções, teorema de Pitágoras e funções) aplicados como pré-requisitos conceituais da Cinemática.

Inclui também uma etapa avaliativa com análise comparativa entre pré-teste e pós-teste, observações em sala, e interpretação qualitativa das respostas e atitudes dos estudantes frente às atividades digitais e experimentais.

Adota-se também como instrumentos e procedimentos de coleta de dados questionários diagnósticos e pós-avaliações, elaborados na plataforma Wordwall.net, para medir avanços cognitivos e engajamento configurando-se nessa etapa uma observação participante, com registro de interações e atitudes dos alunos durante a execução das atividades gamificadas.

A análise deve seguir o método hermenêutico-descritivo, buscando identificar evidências de aprendizagem significativa nos relatos e nas produções dos alunos e as

categorias analíticas podem ser: a) ativação dos subsunçores; b) engajamento e motivação com o recurso digital; e c) indícios de integração entre conteúdos matemáticos e físicos.

#### 4.2. Aplicação Didática

A aplicação didática do produto educacional se inicia com a jornada de aplicações da avaliação. Para este momento, foi utilizada a plataforma de recursos educacionais interativos <https://wordwall.net/>.

Figura 9 - Plataforma Wordwall.Net

## A maneira mais fácil de criar seus próprios recursos de ensino.

Prepare atividades personalizadas para sua sala de aula.

Questionários, associações, jogos de palavras e muito mais.



Fonte: wordwall.net (2024).

O wordwall é uma ferramenta ideal para professores e educadores que buscam diversificar suas práticas pedagógicas por meio de atividades personalizadas e jogos educacionais. Essa Plataforma permite que professores criem jogos educativos a partir de diversos modelos prontos, como:

- **Caça-palavras:** Ótimo para trabalhar com vocabulário, ortografia e identificação de termos em diferentes disciplinas.
- **Questionários:** Permite a criação de avaliações rápidas, utilizando perguntas de múltipla escolha ou questões dissertativas.
- **Quiz de Verdadeiro ou Falso:** Para testar a compreensão de conceitos, factos históricos, ou conteúdos específicos.

- **Jogo da Memória:** Excelente para associar conceitos, como pares de palavras e suas definições, ou imagens e nomes.

Esses jogos tornam a aprendizagem mais atrativa e motivadora, especialmente para alunos do ensino fundamental e médio. Por se tratar de uma ferramenta flexível, ela pode ser utilizada tanto em sala de aula presencial quanto em ambientes de ensino remoto.

#### 4.3. Distribuição de Atividades

As atividades podem ser distribuídas digitalmente, permitindo que os alunos as acessem de casa ou de qualquer lugar com conexão à internet. Os professores podem monitorar o desempenho dos estudantes e obter relatórios de progresso em tempo real.

No caso desta pesquisa, a aplicação foi realizada em sala de aula durante duas aulas, utilizando os recursos digitais disponíveis na unidade escolar, como os Chromebooks, e os/as estudantes foram orientados a concluir as atividades em casa, por meio de um link disponibilizado pelo professor.

Link - Formulários Objetos da Matemática:

[https://docs.google.com/forms/d/1o2ANXmqI83DXzjPgcdjH\\_BVGDn1qQMJmODL36sbukPk/viewform?edit\\_requested=true](https://docs.google.com/forms/d/1o2ANXmqI83DXzjPgcdjH_BVGDn1qQMJmODL36sbukPk/viewform?edit_requested=true)

Link - Formulário Objetos da Física:

<https://docs.google.com/forms/d/1wts435z65XseoETvj3BMvoA7r3O9vttu10kVa5Vu49U/edit?authuser=1>

#### 4.4. Intervenção Pedagógica e o Uso da Gameficação

Após a análise das respostas dos(as) estudantes, deu-se início ao momento de intervenção pedagógica sobre os conhecimentos de matemática necessários para a aprendizagem da Física. A estratégia de ensino utilizada foi a gamificação, em que, por meio de jogos matemáticos já publicados em artigos e periódicos, os/as estudantes puderam ampliar o desenvolvimento de habilidades essenciais para a Física.

O uso da gamificação no desenvolvimento de habilidades matemáticas tem se mostrado uma estratégia eficaz para tornar o aprendizado mais dinâmico, envolvente e motivador.

A gamificação consiste na aplicação de elementos típicos de jogos, como pontuação, desafios, recompensas e níveis, em contextos educacionais. Essa abordagem tem o potencial de transformar a forma como os alunos encaram a matemática, uma disciplina que muitas vezes é vista como difícil ou desinteressante.

Optou-se por instrumentos gamificados por acreditar que os/as estudantes, em algum momento, já tiveram contato com esses conceitos durante suas jornadas no Ensino Fundamental.

Por essa razão, a ênfase da aplicação didática em Física é ampliar o potencial das habilidades matemáticas, que funcionam como subsunçores para os conceitos de Cinemática Escalar, foco desta proposta de pesquisa didática.

Figura 10 - Intervenção Didática (AVALIAÇÃO)



Fonte: Elaborado pela autora

O momento da avaliação, foi dividido no questionário objetivo ATIVIDADE 01 e na experimentação prática sobre queda livre ATIVIDADE 02.

Figura 11 - Instrumentos para experimentos de Física



Fonte: Elaborado pela autora

O instrumento da figura 10 foi utilizado para verificar o desempenho dos estudantes no tratamento da Física depois de terem habilidades das matemáticas potencializadas através da intervenção didática.

#### 4.5. Análise dos Resultados

##### 4.5.1. *Locus* da Pesquisa

Foram realizadas as análises das propostas avaliação diagnóstica, avaliação e avaliação final da pesquisa didática, cujo objetivo foi abordar o conhecimento prévio que os estudantes do 1º ano do Ensino Médio devem possuir para uma melhor compreensão da Cinemática. Esta dissertação oferece aos professores e professoras um material didático direcionado aos estudantes de turmas do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual de Tempo Integral Professor Rômulo Almeida, localizado na Rua das Araras, s/n, no bairro do Imbuí.

O colégio possui uma localização privilegiada, com um espaço físico organizado da seguinte forma: um prédio de três andares, de construção recente, que abriga no térreo a secretaria, o gabinete da direção, diversas salas, sanitários, depósito de alimentos, cozinha, refeitório, entre outros; além de laboratórios de Física, Matemática, Química e Biologia, salas

da coordenação pedagógica, atendimento ao aluno e 25 salas de aula ativas nos andares superiores.

Segue imagem da frente do Colégio:

Figura 12 - Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida



Fonte: (Própria autora, 2025).

No térreo, ao fundo, há um reservatório de água de estrutura circular de concreto, uma horta, uma quadra de futebol society ao lado do refeitório e uma quadra coberta, juntamente com dois vestiários.

#### 4.5.2. Materiais Produzidos

Como já relatado, o material didático produzido proporciona aos estudantes a oportunidade de vivenciar a experiência de estar em um laboratório de Física, realizando práticas fundamentadas nas teorias estudadas em sala de aula. Dessa forma, busca-se ampliar o interesse pela disciplina de Física e promover a compreensão dos conhecimentos matemáticos necessários ao processo formativo. Quando questionados sobre suas emoções durante o percurso didático, os estudantes responderam conforme a tabela 02:

Tabela 2 - Emoções dos estudantes após Avaliação Diagnóstica

Como foi para você resolver essa tarefa?
Algumas são difícil, mas a maioria foi fácil !!
Difícil
Algumas foi fácil mais outras não
Foi complicado, mas como eu tinha bastante tempo demorei bastante em cada questão
Normal
Não foi tão difícil assim
Divertido
Difícil
Difícil
Achei divertido de fazer
Foi fácil
Foi bem tranquilo, perguntas fáceis e divertidas!!!!
Muito legal, mas difícil por ter tempo.
Foi fácil, mas achei um pouco complicado em algumas questões, mas achei uma forma divertida de aprender a matéria.
Mais ou menos, foi intuitivo
Complicado
Tirando o tempo foi muito divertido
com o auxílio do pensamento.
foi uma forma diferenciada de aprender sobre o assunto e divertido, melhor forma de entreter os alunos.
Tranquilo
Um pouco complicado
Tranquilo
Foi um pouco difícil
Bem interessante! E divertido
Foi difícil
Legal
Legal no começo é um pouco chato no final

Fonte: (Própria autora, 2024).

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa surgiu da observação feita ao longo de 16 anos de docência na disciplina de Física, durante os quais se evidenciou a dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos de Cinemática.

Diante dessa constatação e com a nova estrutura disponível no Colégio Professor Rômulo Almeida, onde leciono - que inclui um laboratório de Física recentemente equipado -, surgiu a oportunidade de investigar e abordar essa questão de forma mais eficaz.

A pesquisa baseia-se na utilização de instrumentos e recursos educacionais contemporâneos, que podem ser aplicados para envolver os estudantes nos objetos de conhecimento abordados.

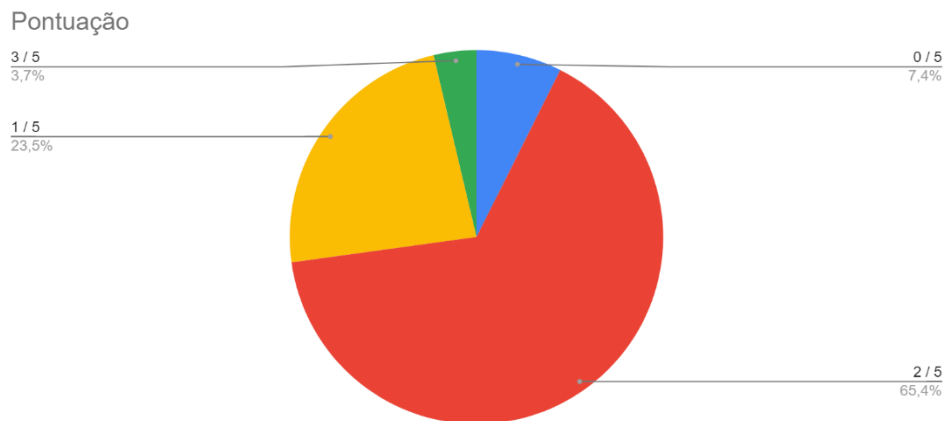
#### 4.5.3. Avaliação dos Dados Coletados

Para evidenciar a necessidade de um trabalho nessa perspectiva, apresentaremos o Gráfico 01, que mostra a quantidade de acertos na aplicação dos objetos de conhecimento da Física:

##### 4.5.3.1. Acertos de objetos da Física

Segue:

Gráfico 1 - Quantidade de acertos objetos da Física (AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

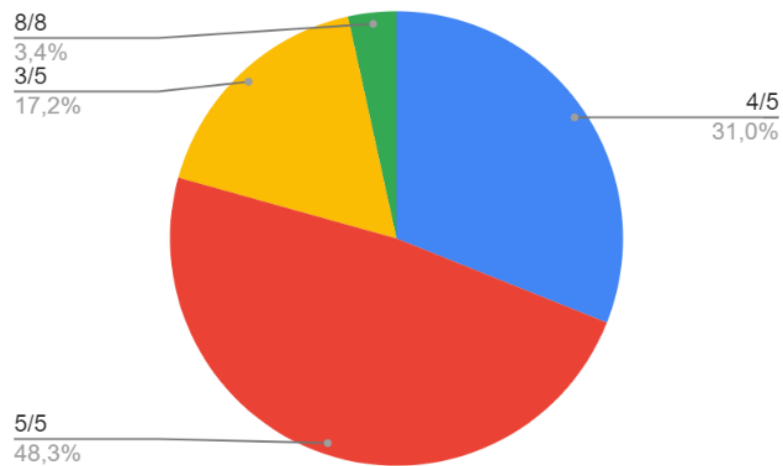
Com uma amostra de 81 estudantes, o Gráfico 1 justifica a necessidade de intervenção do(a) professor(a) pesquisador(a). A escolha da aplicação didática foi fundamentada em considerações curriculares. Os(as) estudantes que chegam ao Ensino Médio já tiveram aulas de Física no 9º ano do Ensino Fundamental II, ou seja, possivelmente tiveram algum contato com os objetos de conhecimento abordados em Cinemática Escalar. Ainda assim, a avaliação diagnóstica apresenta um cenário favorável à aplicação didática conforme elaborada. Não se busca exclusivamente trabalhar os objetos matemáticos subsunçores à Física, mas também

potencializar as habilidades matemáticas por meio de jogos matemáticos e interativos, já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes da escola pública.

#### 4.5.3.2. Interação sobre unidades de massa

Na avaliação diagnóstica, observam-se os resultados das interações com os objetos da matemática, conforme demonstrado nos gráficos:

Gráfico 2 - Interação sobre Unidades de Massa<sup>4</sup>



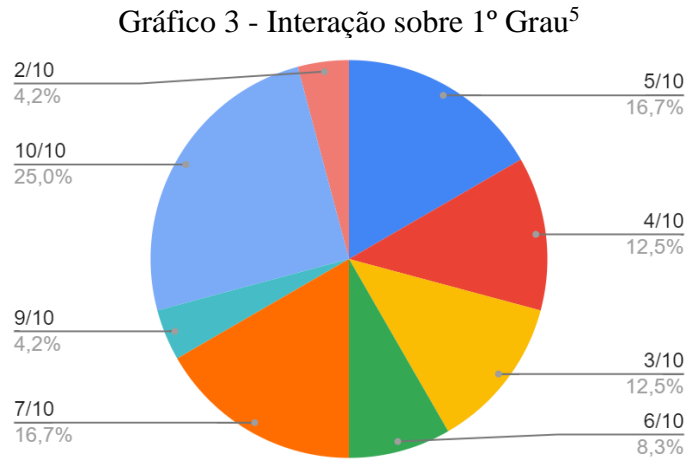
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Dos 30 estudantes que responderam, temos um percentual de 48,3% de acertos totais, o que reflete quase metade dos estudantes faculta a interação com os objetos da matemática.

<sup>4</sup> Teste disponível em <https://wordwall.net/pt/resource/5353274/unidades-de-medida-de-comprimento>

#### 4.5.3.3. Interação sobre 1º grau

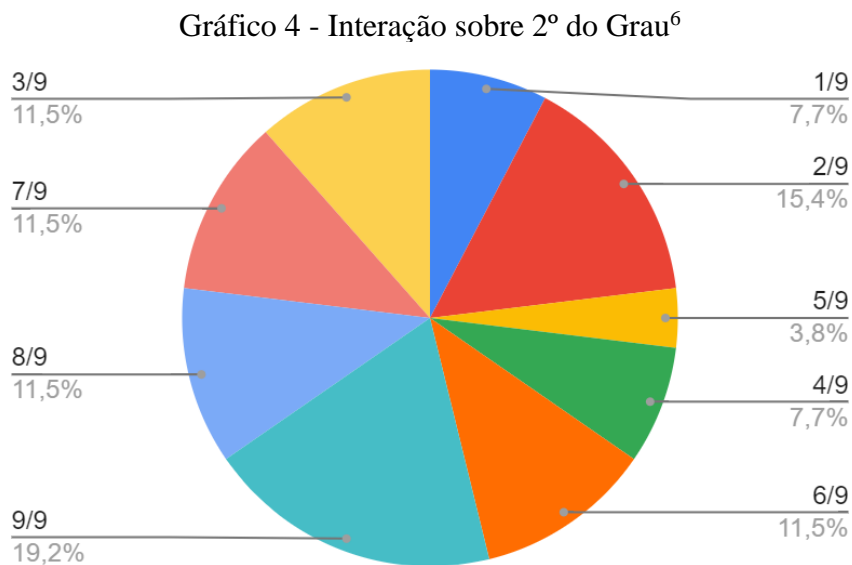
Segue:



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

#### 4.5.3.4. Interação sobre 2º grau

Referente ao objeto de conhecimento Equação de 1º Grau, os percentuais de acertos se revelam diversificados.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

<sup>5</sup> Teste disponível em <https://wordwall.net/pt/resource/5718376/conceitos-iniciais-fun%C3%A7%C3%A3o-do-1-grau>

<sup>6</sup> Jogo disponível em <https://wordwall.net/pt/resource/17376775/fun%C3%A7%C3%A3o-do-2-grau>

No caso da Equação do 2º Grau, o maior percentual foi de estudantes que acertaram as 9 proposições, ou seja, 19,2% completaram a tarefa com 100% de acerto.

#### 4.5.3.5. Considerações

Durante a avaliação, foram analisados os resultados obtidos com a implementação das atividades em uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Ao aplicar a Atividade 1, muitos alunos tiveram dificuldade em identificar que se tratava de uma equação do 2º grau. No momento da aplicação, um deles rapidamente reconheceu que se tratava de uma equação do 2º grau, mas não conseguiu iniciar a resolução. Com algumas orientações, ele começou o processo de resolução.

Outro estudante mencionou que, durante o 9º ano do Ensino Fundamental II, não havia estudado esse conteúdo envolvendo equações do 2º grau, mas aprendeu a resolvê-las durante a recuperação e as recordou durante a intervenção com os jogos matemáticos. No entanto, mesmo após essa atividade, ele só conseguia identificar os coeficientes da equação. Após essa identificação, alguns estudantes da turma perceberam que poderiam utilizar o método de Bhaskara, mencionado por três estudantes. No entanto, apenas dois sabiam qual fórmula deveria ser aplicada para resolver a Atividade 1. A resolução da atividade levou cerca de 50 minutos.

Apesar de as fórmulas terem sido escritas no quadro da sala de aula e apresentadas na avaliação diagnóstica e avaliação, ainda surgiram perguntas como: “Professora, após encontrar o ‘t’, precisamos encontrar o instante?” O objetivo foi buscar indícios de assimilação na estrutura cognitiva dos estudantes, ou seja, verificar o conhecimento prévio sobre equações do 2º grau e demais conceitos matemáticos que os estudantes possuíam, para superar as dificuldades apresentadas. Em síntese, as atividades da avaliação se propõem a:

- ✓ Identificar os coeficientes da equação do 2º grau;
- ✓ Encontrar o tempo através da resolução da equação do 2º grau;
- ✓ Multiplicação com números inteiros;
- ✓ Raiz quadrada;
- ✓ As quatro operações;

Na avaliação da Atividade 1, dos 40 estudantes da turma, apenas 26 estavam presentes no dia da aplicação, conforme mencionado anteriormente no momento da avaliação. Desses, apenas 8 conseguiram compreender e resolver a atividade proposta. Dos 18 restantes, 4 conseguiram apenas encontrar os coeficientes, e, destes, 3 identificaram o discriminante ( $\Delta$ ). Assim, 14 estudantes não conseguiram identificar como resolver a atividade, evidenciando uma falta de assimilação dos conhecimentos prévios sobre os conceitos matemáticos.

#### 4.5.4. Aplicação da avaliação

A aplicação da avaliação teve início com uma atividade básica relacionada ao conhecimento de equações do segundo grau, após os estudantes terem recebido uma introdução na primeira unidade sobre Função Horária do Espaço no Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. A Atividade 1, descrita no guia didático, foi realizada em 28/08/2023; no entanto, não prossegui com esta turma de 2023 devido a fatores externos. Dessa forma, retomei a pesquisa com uma nova turma em 2024, na mesma escola em que leciono.

Ao aplicar a Atividade 1 neste ano, constatei que o processo de aprendizado da equação do segundo grau e dos elementos matemáticos é semelhante no que diz respeito à dificuldade em reconhecer e resolver a equação. A identificação dos coeficientes da equação do segundo grau precisa ser lembrada, e para isso foi criada a sequência de aulas descrita no guia didático “Caminhando para a Física”. Quando questionados, os estudantes conseguem recordar a fórmula conhecida como de Bhaskara, que determina o valor de  $\Delta$  e da incógnita, neste caso, representada por  $t$ .

Em seguida, é apresentado o movimento em queda livre, para que possam analisar o gráfico da função e compreender o valor da aceleração da gravidade, que é aproximadamente  $10 \text{ m/s}^2$ . Houve a tentativa de utilização do aplicativo Tracker, onde os estudantes teriam a oportunidade de, com outro recurso tecnológico, analisar os gráficos e verificar o comportamento do valor da aceleração da gravidade.

#### 4.5.5. Procedimentos

A coleta de dados para esta observação foi feita através da gravação de dois vídeos com esferas de pesos diferentes, as quais foram projetadas do mesmo instrumento de queda livre disponível no laboratório do Colégio Professor Rômulo Almeida. Durante essa

atividade, os estudantes puderam manusear as esferas e colocá-las uma de cada vez para serem projetadas na cesta.

A turma foi dividida em grupos de cinco membros, sendo que cada equipe tinha uma função específica: um membro era responsável por colocar a esfera, outro por acionar a senóide, outro por gravar os vídeos, e os dois restantes por observar. Em determinados momentos, os papéis dos membros da equipe foram invertidos, proporcionando oportunidades para que todos participassem da observação durante a realização do experimento.

Os estudantes foram convidados a participar da pesquisa e, em seguida, responderam a um questionário para:

- a) avaliar seus conhecimentos em matemática básica;
- b) identificar possíveis dificuldades no conhecimento matemático antes da intervenção;
- c) posteriormente, o conteúdo de Queda Livre será apresentado à turma que constituirá o grupo.

Foram aplicados questionários à turma para investigar as habilidades e as dificuldades matemáticas dos estudantes, os quais foram aplicados após a avaliação, a fim de perceber a evolução no processo de aprendizagem dos alunos.

A aplicação dos questionários foi feita coletivamente, com cada estudante lendo individualmente as questões, tendo um período de 50 minutos para responder à atividade.

Serão realizadas ações (atividades sobre equação do 2º grau) para aumentar o potencial das habilidades matemáticas e reduzir as dificuldades em conteúdos básicos. A cada semana, haverá uma verificação que incluirá:

- 1) Conhecimentos Básicos de Matemática;
- 2) Apresentação de Experimento de Queda Livre;
- 3) Questionário sobre o Experimento Apresentado;
- 4) Apresentação do Conteúdo de Queda Livre na sala de aula;
- 5) Atividade para avaliação do conhecimento adquirido

Essas verificações consistirão em atividades pedagógicas, experimentos, questionários e avaliações escritas.

Figura 13 - Aplicação da Experimentação Didática (AVALIAÇÃO)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

#### 4.5.5.1. Primeira Atividade

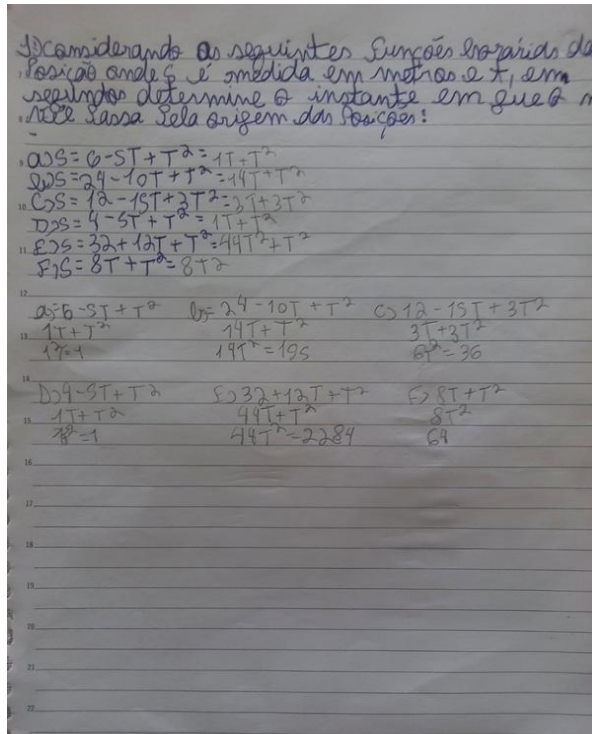
##### **Primeira atividade proposta e utilizada no projeto:**

##### **Atividade 1**

Considerando as seguintes funções horárias da posição, onde  $S$  é medido em metros e  $t$ , em segundos. Determine o instante em que o móvel passa pela origem das posições.

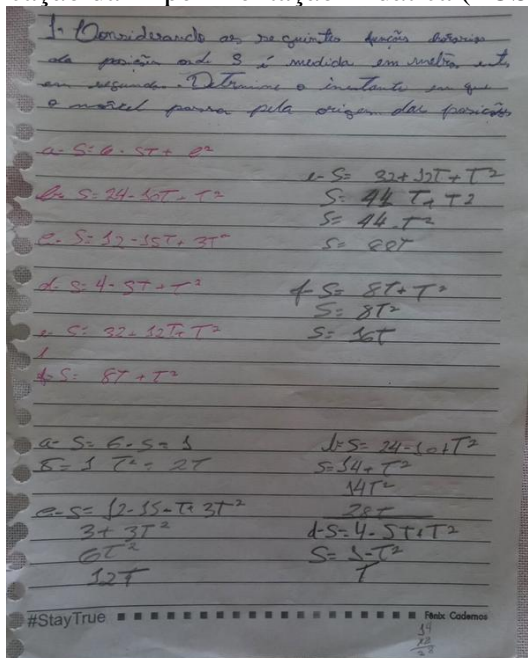
- a)  $S = 6 - 5t + t^2$
- b)  $S = 24 - 10t + t^2$
- c)  $S = 12 - 15t + 3t^2$
- d)  $S = 4 - 5t + t^2$
- e)  $S = 32 + 12t + t^2$
- f)  $S = 8t + t^2$

Figura 14 - Aplicação da Experimentação Didática (PÓS-AVALIAÇÃO) - 2.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 15 - Aplicação da Experimentação Didática (PÓS-AVALIAÇÃO)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).



As atividades foram aplicadas em dois momentos diferentes com a mesma turma verificando se após intervenções houve modificações na compreensão do conteúdo. os resultados encontrados no Quadro 4 - Comparação da Atividade em dois momentos.

Nos quadros e gráficos abaixo representa resultados das respostas dos estudantes:

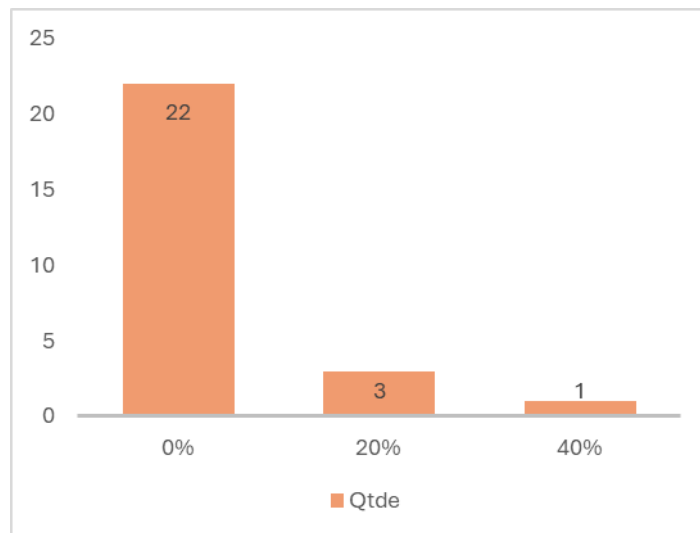
Quadro 4 - Comparação da Atividade 1 em dois momentos		
TURMA: 26 Alunos realizaram essa Atividade 1 - Percentual de Acertos		
Aluno	Atividade 1	Atividade 1 (Refeita)
1	0%	100%
2	0%	100%
3	0%	0%
4	0%	0%
5	0%	0%
6	0%	40%
7	0%	40%
8	0%	0%
9	0%	100%
10	0%	60%
11	0%	20%
12	0%	60%
13	20%	80%
14	0%	80%
15	20%	60%
16	20%	80%
17	0%	30%
18	40%	Não participou
19	0%	Não participou
20	0%	Não participou
21	0%	Não participou

22	0%	Não participou
23	0%	Não participou
24	0%	Não participou
25	0%	Não participou
26	0%	Não participou

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

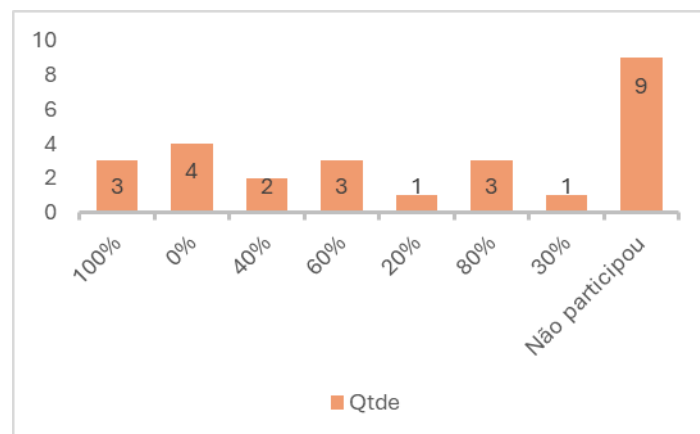
Pode-se observar no Gráfico 5, a seguir, que o número de alunos com rendimento nulo na atividade 1

Gráfico 5 - Atividade 1 (Rendimento)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Gráfico 6 - Atividade 1 refeita (Rendimento)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Pode-se verificar que as atividades têm uma distribuição hererogênea e com foco no número de alunos que não participou da referida atividade.

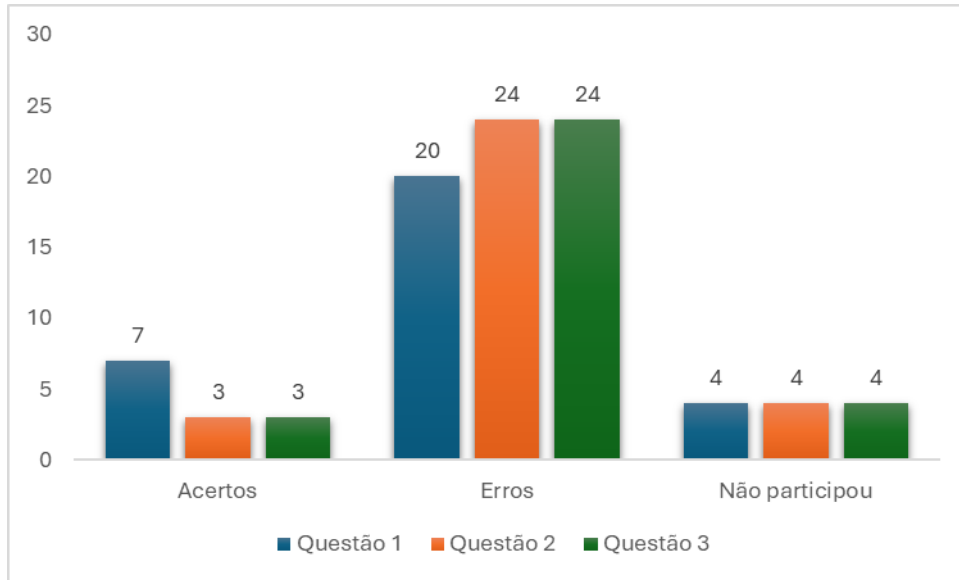
Quadro 5 - Questões Enem e IFSC

Quadro 5 Atividade 2 (Questões Enem e IFSC) – Acertos				
Aluno	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Total
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	1	0	0	1
4	0	0	0	0
5				
6	0	0	0	0
7	Não participou	Não participou	Não participou	Não participou
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	1	1	1	3
20	Não participou	Não participou	Não participou	Não participou
21	1	0	0	1
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	Não participou	Não participou	Não participou	Não participou
18B	0	0	0	0
19B	Não participou	Não participou	Não participou	Não participou
20B	0	0	0	0
21B	0	0	0	0
22B	0	0	0	0
23B	1	0	0	1
24B	1	1	1	3
25B	1	1	1	3

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

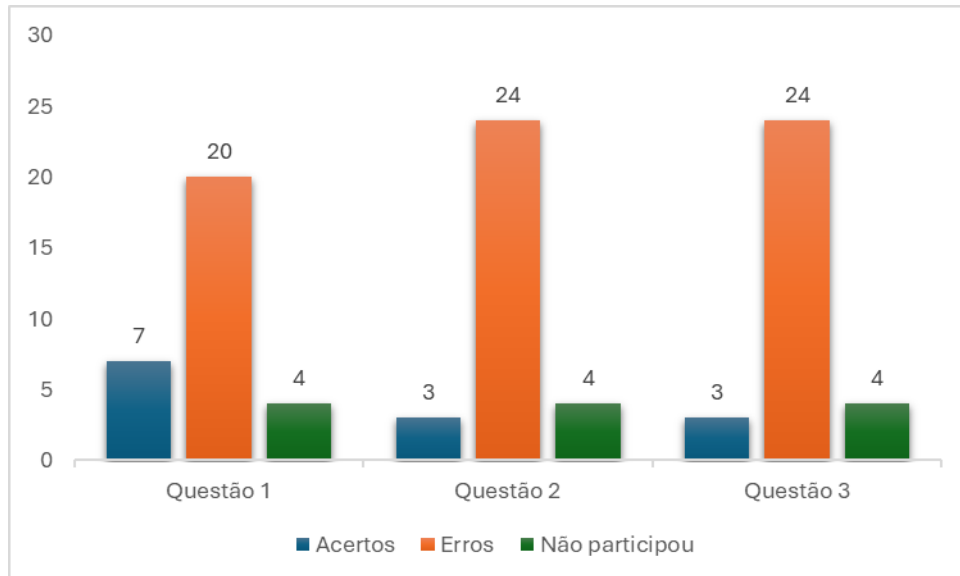
Verifica-se também que a distribuição dos erros, além de maiores, são também mais freqüentes e estão focados em todas as questões, conforme se observa no Gráfico 7, a seguir:

Gráfico 7 - Atividade 2 (Questões ENEM e IFSC)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Gráfico 8 - Atividade 2 (Questões ENEM e IFSC)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.5.5.2. Segunda Atividade

A segunda atividade é composta de três questões, sendo duas do ENEM e uma do IFSC

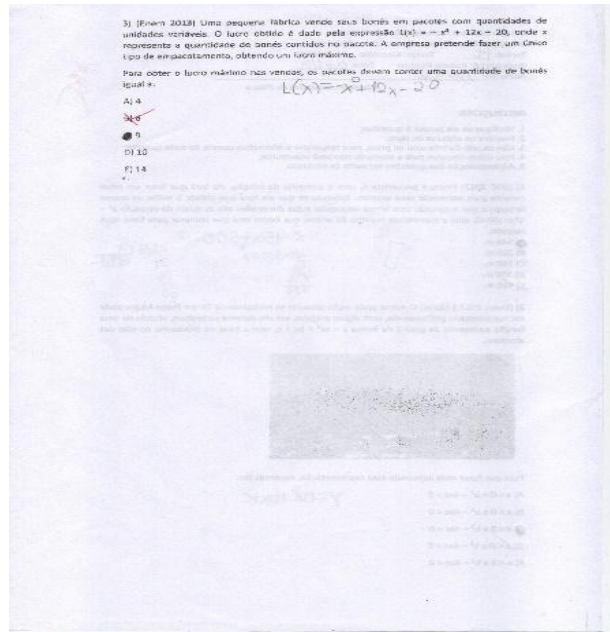
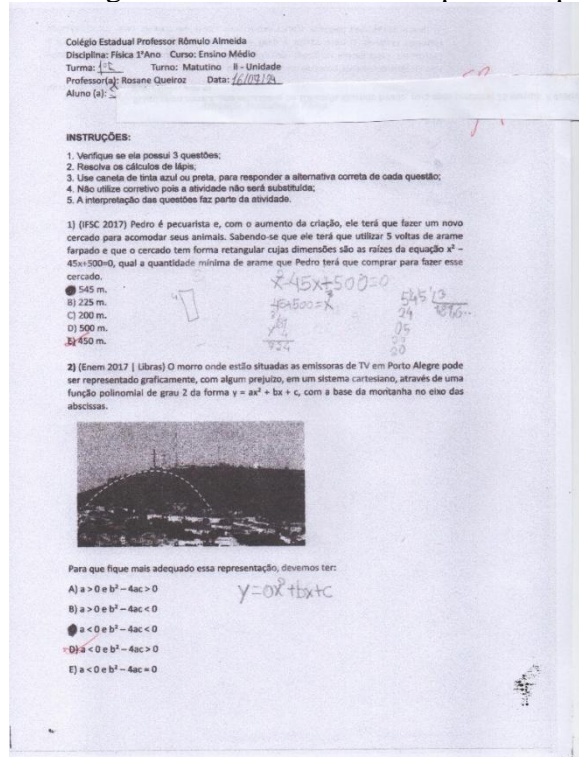


Figura 18 - Registros dos Instrumentos aplicados pós-teste.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 19 - Sala de aula



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 20 - Atividade de Física

Escola Estadual Professor Rômulo Almeida  
Disciplina: Física Série: Curso: Ensino Médio  
Turmas: Turno: Matutino Unidade: II  
Professor(a): Rosane Queiroz. Data:  
Aluno (a): \_\_\_\_\_

**Atividade de Física**

1 - Qual o conhecimento que você tem de queda livre?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2 - Um corpo em queda livre chega ao chão com a velocidade inicial? Porque?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3 - Quando um corpo é solto do repouso podemos considerar sua velocidade de origem em que valor?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4 - A ação da gravidade interfere no deslocamento de um objeto em queda livre?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5 - O que você sabe sobre a ação da gravidade?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 21 - Atividade de Física com resposta dos discentes

Escola Estadual Professor Rômulo Almeida  
Disciplina: Física Série: Curso: Ensino Médio  
Turma: Tumo: Matutino Unidade: II  
Professor(a): Rosane Queiroz. Data:  
Aluno (a)

**Atividade de Física**

1 - Qual o conhecimento que você tem de queda livre?  
Tenho pouco conhecimento sobre.

2 - Um corpo em queda livre chega ao chão com a velocidade inicial? Porquê?  
Não, porque a velocidade inicial é 0 e a queda é zero.

3 - Quando um corpo é solto do repouso podemos considerar sua velocidade de origem em que valor?  
0 m/s

4 - A ação da gravidade interfere no deslocamento de um objeto em queda livre?  
Não

5 - O que você sabe sobre a ação da gravidade?  
Não sei responder.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 22 - Atividade de Física com resposta dos discentes

Escola Estadual Professor Rômulo Almeida  
Disciplina: Física Série: Curso: Ensino Médio  
Turma: Turno: Matutino Unidade: II  
Professor(a):  
Aluno (a):

**Atividade de Física**

1 - Qual o conhecimento que você tem de queda livre?  
Muito pouco, não lembro muito.

2 - Um corpo em queda livre chega ao chão com a velocidade inicial? Porquê?  
Não, porque a " $v_0$ " é zero.

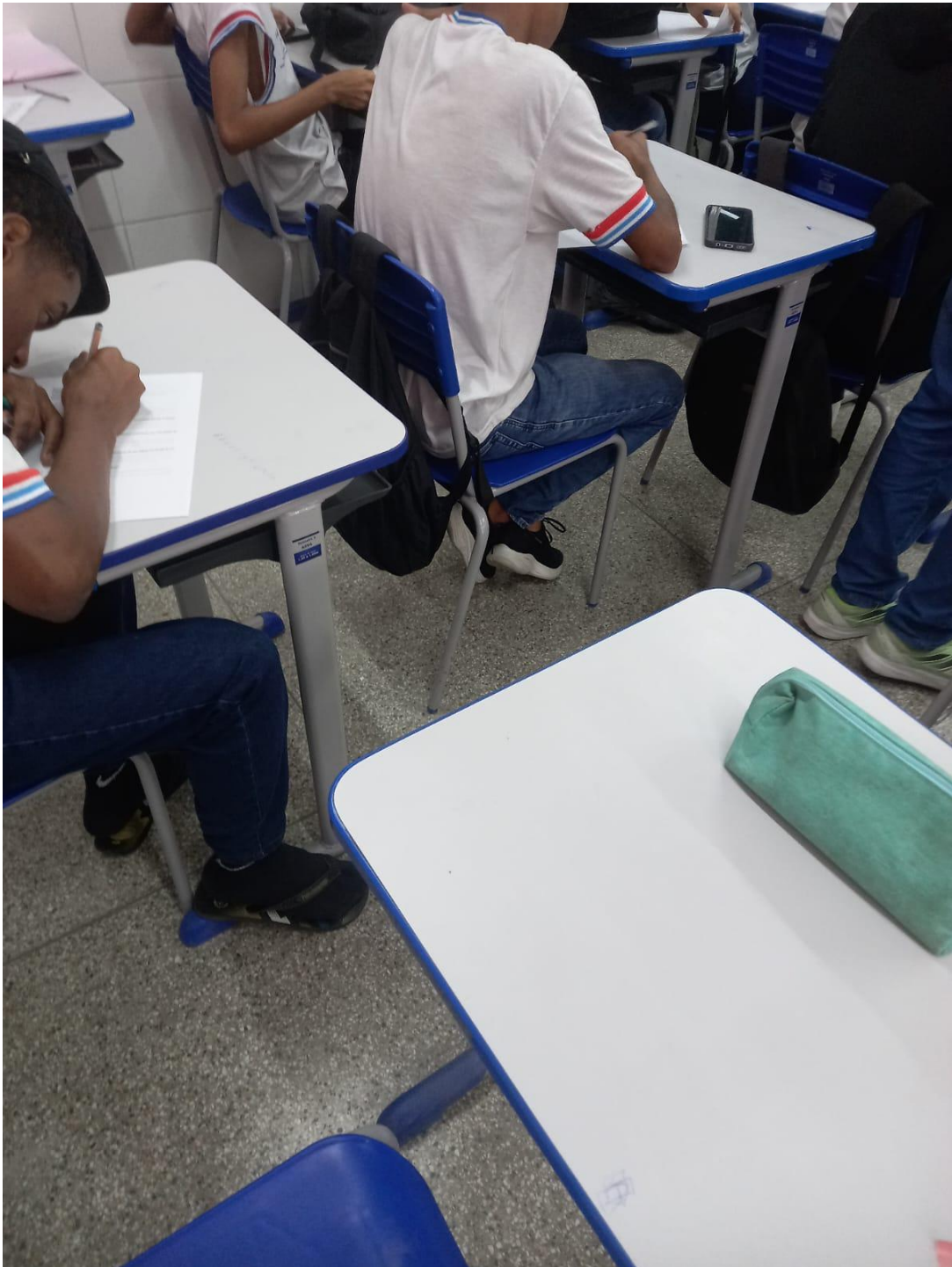
3 - Quando um corpo é solto do repouso podemos considerar sua velocidade de origem em que valor?  
Zero

4 - A ação da gravidade interfere no deslocamento de um objeto em queda livre?  
Sim

5 - O que você sabe sobre a ação da gravidade?  
Não tenho muito conhecimento, algumas vezes sinto dificuldade para pensar.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 23 - Discentes realizando a Atividade de Física



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As fotos acima ilustram atividades realizadas pelos alunos do 1º Ano, que evidenciam a aplicação e o desenvolvimento das atividades propostas na pesquisa. A Atividade 1 exige conhecimentos básicos sobre equações do segundo grau, os quais os estudantes deveriam ter

aprendido no 9º Ano do Ensino Fundamental II, entre outros aspectos que serão tratados nas considerações finais deste texto dissertativo.

#### 4.5.6. Considerações sobre as Aplicações do Produto Educacional

Merece também considerar que, com base nas respostas obtidas das turmas que participaram do estudo, foi possível observar na Atividade 1 que, dos 26 alunos que resolveram, apenas 8 conseguiram completá-la (30,77%), indicando que o objetivo de perceber o conhecimento do conteúdo que deveriam possuir ainda apresenta dificuldades.

No experimento de queda livre, a participação foi de 80%; dos 40 alunos, 32 participaram da realização do experimento. Na reaplicação da Atividade 1 na II Unidade, também realizada com 26 estudantes, 10 conseguiram compreender e resolver as questões aplicadas (38,46%). Desses 26 estudantes, 17 participaram das duas etapas dessa atividade, correspondendo a 65,38%.

Nesse processo final de aplicação de atividades relacionadas à equação do segundo grau, a Atividade 3 da II Unidade foi composta por questões do ENEM e de universidades. Essas foram respondidas por 34 alunos da turma, dos quais somente 5 tiveram 100% de aproveitamento, demonstrando os cálculos matemáticos. Conclui-se que o trabalho elaborado teve uma resposta relevante em relação à investigação das dificuldades apresentadas pela turma e foi de grande importância, do ponto de vista educacional, para o professor(a) pesquisador(a), perceber o interesse e a motivação dos estudantes em relação ao tema proposto ao estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa. Essa teoria, correlacionada com a tecnologia, busca inovação no ensino de Física, despertando maior interesse tanto nos estudantes quanto no professor(a) pesquisador(a) na abordagem da Física.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1. Contribuições Principais da Pesquisa

A principal contribuição dessa pesquisa foi proporcionar uma análise da relação entre o conhecimento matemático e a sua influência na aprendizagem de Cinemática Escalar, em particular, no nosso universo de pesquisa, o Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida, além disso, proporcionou-se também a construção e a disseminação do produto/guia didático sugerido, ou seja, o produto: “Caminhando para a Física” além da proposta de um conjunto de organizadores prévios capazes de conduzir estudantes do Ensino Médio a uma aprendizagem significativa dos conceitos de Cinemática Escalar com o uso do estudo da Queda Livre e da plataforma wordwall.net.

Dessa maneira o objetivo maior deste trabalho foi desenvolver práticas capazes de identificar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no entendimento dos objetos de conhecimento da matemática, as quais interferem no aprendizado da Cinemática, a partir da elaboração de um guia didático com base na Teoria da Aprendizagem de David Ausubel (1918-2008). A atividade foi realizada em uma turma do 1º ano do Ensino Médio da rede pública do Estado da Bahia, no Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida.

Importante também registrar que os objetivos específicos também foram consolidados de forma individual, ou seja, houve a disseminação e a construção do produto “Caminhando para a Física”, bem como um conjunto de organizadores prévios que foram capazes de conduzir estudantes do Ensino Médio a consolidarem uma aprendizagem significativa dos conceitos de Cinemática Escalar além do fato de que houve destaque e prioridade para o estudo da Queda Livre com o uso da plataforma wordwall.net.

Também é importante registrar que houve análise da relação entre conhecimento matemático e aprendizagem da Física com apresentação dos organizadores prévios a partir do guia didático “Caminhando para a Física”.

Durante o processo de observação dos estudantes interagindo com o conteúdo e resolvendo as atividades propostas, percebeu-se um aumento de interesse e motivação, sobretudo quando saíam da sala de aula (tradicional) para realizar experimentos no laboratório de Matemática e Física da escola. O uso de aparelhos celulares e de uma plataforma interativa para as práticas evidenciou a curiosidade sobre como aplicar recursos digitais na rotina de

aulas, mostrando que as tecnologias e mídias disponíveis podem ser utilizadas no ensino de Física.

A sondagem (avaliação diagnóstica), organizador prévio 1, sobre os conhecimentos prévios em conteúdos matemáticos, como a equação do segundo grau, a serem trabalhados em Cinemática, revelou-se relevante para o desenvolvimento e sequenciamento do produto. Foi necessário um planejamento pedagógico, como apresentado no produto didático *Caminhando para a Física*, para a execução de toda a rotina proposta. Ao longo desse processo, ajustes foram feitos devido a situações encontradas durante a aplicação, sobretudo aquelas relacionadas ao engajamento e participação dos estudantes.

O planejamento pedagógico permitiu que a atividade proposta fosse desenvolvida e, a partir disso, os objetivos fossem alcançados, ainda que de forma exploratória, devido ao tempo disponível e à rotina de uma unidade pública de ensino. A atividade foi satisfatória, embora tenham sido observadas modificações decorrentes de situações adversas.

## 5.2. Segunda Atividade: o legado do produto educacional

O produto educacional apresentado nesta pesquisa proporciona aos estudantes a oportunidade de vivenciar a experiência de estar em um laboratório didático de Física, com todas as suas nuances, participações, interações e estímulos. Foram possibilitadas aos estudantes práticas de ensino fundamentadas nas teorias de aprendizagem estudadas em sala de aula.

Dessa forma, busca-se ampliar o repertório cognitivo dos estudantes em relação à disciplina de Física, bem como promover a compreensão dos conteúdos apresentados nas atividades de experimentação física, mais especificamente os conteúdos da Cinemática Escalar, presentes na grade curricular do 1º Ano do Ensino Médio. Como aborda Carvalho (1998), a Física é uma “[...] ciência que procura descrever o mundo utilizando-se de leis gerais, regidas por teorias amplas, com uma lógica interna muito bem definida e uma linguagem matemática que, mesmo na mais simplificada das versões, está muito além do entendimento dos nossos pequenos alunos.” (Carvalho, 1998, p. 6).

Assim, a eficácia ou eficiência do trabalho didático da intervenção pôde ser acompanhada por meio da observação de duas variáveis: 1) um questionário de avaliação das habilidades matemáticas dos estudantes, de acordo com a percepção do professor; 2) o impacto do conhecimento sobre equações do segundo grau na aprendizagem da Cinemática.

Esses aspectos serão investigados por meio do Questionário de Investigação sobre Conhecimentos de Funções do segundo grau e dos registros acadêmicos.

Uma observação após a apresentação de um experimento de Queda Livre no laboratório de Matemática e Física da escola, seguida por uma atividade em forma de questionário que aborda os pontos a serem estudados na unidade, consolidou o processo de aplicação didática. Além disso, serão consideradas a exposição do conteúdo de Queda Livre em sala de aula pelo pesquisador(a) e uma avaliação subsequente.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Lenir; BEJERANO, Nelson; HOHENFELD, Dielson. **O Conhecimento Físico na Formação de Professores do Ensino Fundamental I** Investigações em Ensino de Ciências - V18(1), pp. 23-42, 2013
- AGRELLO, D. A.; GARG, R. **Compreensão de gráficos da cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 103-115, 1999.
- ANTON, Howard; BIVENS, Irl; DAVIS, Stephen. **Cálculo: Um Novo Horizonte**. 8<sup>a</sup>. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à leitura e interpretação de gráficos de cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2004.
- AUSUBEL, David. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, David. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: AUSUBEL, David. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BAHIA. Secretaria de Educação. **Pílulas de Aprendizagem**. Ensino Médio. Salvador. EGBA, 2020.
- BAHIA. Secretaria de Educação. **Roteiros de Estudos e atividades para Estudantes**, Ensino Médio, Ciências da natureza. Salvador. EGBA, 2020
- BARROS, T. C.; DE JESUS, N. A. **Aprendizagem de gráficos de cinemática por meio da experimentação e da tecnologia: relato de aplicação do Peer Instruction e do TUG-K em uma sequência de nove aulas**. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 3, n. 2, p. 50-64, 2019.
- BONJORNO e Clinton. **Física Mecânica**. 1<sup>o</sup> ano. - 3<sup>a</sup>. ed. São Paulo: FTD, 2016.
- BORDIN, R. L. **Potencialidades de uso do software de videoanálise Tracker para a aprendizagem de Ciências e Física**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto / SEF. **Base Nacional Comum Curricular**. EDUCAÇÃO É A BASE. 2016. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/versao-2/areas>>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto / SEF. **Base Nacional Comum Curricular**. EDUCAÇÃO É A BASE. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)> . Acesso em: 26 nov. 2021.

CARVALHO, D. B. **O estudo da cinemática vetorial por meio de um tutorial do software Tracker**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína.

CIPOLATTI, Paulo. **Física: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: FTD, 2015.

CRUZ, Cristiano Cordeiro. **A Teoria Cognitivista de Ausubel**. 2001. Disponível em: <[http://www.robertexto.com/archivo3/a\\_teor%C3%ADa\\_ausubel.htm](http://www.robertexto.com/archivo3/a_teor%C3%ADa_ausubel.htm)>. Acesso em: 11 ago. 2024

CUNHA, R. F. F.; SASAKI, D. G. G. Validação da nova versão do Test of Understanding Graphs in Kinematics (TUG-K) com estudantes de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, e20190149, 2020. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0149.

DWORAKOWSKI, L. A. de Q. et al. **Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 38, n. 3, e3503, 2016.

FERREIRA, S. R. B.; FERREIRA, Welberth Santos. **Sequência didática para o ensino da Cinemática**. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 22, nº 27, 26 de julho de 2022. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/22/26/sequencia-didatica-para-o-ensino-da-cinematica>

FLEMMING, Diva M; GONÇALVES, Mirian B. **Cálculo A: Funções Limite Derivação Integração**, 5ª edição São Paulo: Makron, 1992.

FRAIMAN, Leonardo de Perwin e. **Pensar, sentir e agir: Ensino Médio: volume único / Leonardo de Perwin e Fraiman**. - 1ª. ed. - São Paulo : FTD, 2020.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física / Alberto Gaspar**. - 3. ed. - São Paulo: Ática, 2016.

GIANCOLI, Douglas C. **Física: Princípios com Aplicações**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

GODOY, Leandro; AGNOLO, Rosana Maria Dell’; MELO, Wolney C. **Multiversos: ciências da natureza, ensino médio - 1. ed.** - São Paulo : FTD, 2020.

GOOGLE DOCS. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1g82ECujwxD0y0AuJk1iU1A3sLasg3DzMogMCYTr9rhQ/edit?usp=sharing>. Acesso em 2 dez 2024.

GOOGLE DOCS. Disponível em: <http://batalha-naval-coordenadas-cartesianas.pdf>. Acesso em 2 dez 2024.

GOOGLE DOCS. Disponível em: [https://docs.google.com/document/d/1W7upWRceGIVQEnaGA5oS\\_mEjCRpMy80AyvhsTnQR9CxM/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1W7upWRceGIVQEnaGA5oS_mEjCRpMy80AyvhsTnQR9CxM/edit?usp=sharing). Acesso em 2 dez 2024.

GOOGLE DOCS. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1TGIxD8oCl8LooKO0Yb22F-s8Q0r1TMkuSJLNSiTIHII/edit?usp=sharing>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1tirfVIRQB2Z4fTl8iM9WT16c12F3V0FU/view?usp=sharing> Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://listologia.com/origem-e-evolucao-dos-numeros/>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/10679117/conjunto-dos-n%C3%BAmmeros-reais/conjunto-dos-n%C3%BAmmeros-reais>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/3513130/3%C2%BA-no-unidades-de-medida>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/14980297/teorema-de-pit%C3%A1goras>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/15143012/quiz-raz%C3%A3o-e-propor%C3%A7%C3%A3o-prof%C2%AA-elaine-tinti>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/15526526/regra-de-tr%C3%AAs-simples-e-composta-prof%C2%AA-elaine-tinti>

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/15659918/atividades-de-mruv>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/17376775/fun%C3%A7%C3%A3o-do-2-grau>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/19459592/unidades-de-medida-de-comprimento>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/19858488/f%C3%ADsica-mruv>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/24790402/rela%C3%A7%C3%B5es-m%C3%A9tricas-no-tri%C3%A2ngulo-ret%C3%A2ngulo>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/25851634/mathematics/unidades-de-medida-capacidade-e-volume>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/5016259/regra-de-tr%C3%AAs-simples>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/53366918/cinem%C3%A1tica-mru>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/5353274/unidades-de-medida-de-comprimento>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/5718376/conceitos-iniciais-fun%C3%A7%C3%A3o-do-1-grau>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/76353204/matem%c3%a1tica/porcentagem>. Acesso em 2 dez 2024.

**GOOGLE DOCS.** Disponível em: [https://docs.google.com/document/d/1w5dqQLJUqSkOxMY9ywbsCdyynQU2-y9DxBdvtG\\_mqA/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1w5dqQLJUqSkOxMY9ywbsCdyynQU2-y9DxBdvtG_mqA/edit?usp=sharing). Acesso em 2 dez 2024.

REF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1**. São Paulo: EDUSP - Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. **Um Curso de Cálculo**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. 10ª . ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. **Resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico**. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 181-205, 2009.

KOBER, Claudia. **Ausubel e A Teoria Cognitivista**. São Paulo, p.1-15, 2015.

LAROCCA, Priscila. **A Teoria Cognitivista de David Ausubel: Um Modelo de Ensino**. Disponível em: <<http://portal.uepg.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2024.

LEITHOLD, Louis. **O Cálculo com Geometria Analítica**. 5ª. ed. São Paulo: Harbra, 2016.

LINS, Maria J. C; MIRANDA, Bruna R. C. **Ausubel e Bruner: Questões sobre Aprendizagem**. Curitiba: Editora CRV, 2018

LIRA, Marcos A; SILVA, Edson P. A Utilização da Plataforma Arduino como Recurso Didático no Ensino de Eletrodinâmica, **Revista do Professor de Física UFPI**, 2022

MOREIRA, M. A. **O que é afinal, aprendizagem significativa?** *Quriculum*, Laguna, v. 2, n. 3, p. 1-27, 2012.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)**. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. LOCAL: EDITORA, 2012

MOREIRA, Marco Antonio. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da física; a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências**. Porto Alegre: Ufrgs, 1983.

MOREIRA, Marco. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**, Ed. Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel. In: MOREIRA, Marco Antônio. **Uma abordagem Cognitivista ao ensino da Física**. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 1983. p. 18-54.

MOREIRA, Marco. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**, Ed. Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco. **Ensino e Aprendizagem Significativa**, Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2017.

MOTA, S. A.; PEREIRA, M. R. S. **Uma abordagem Físico-Matemática para o ensino de movimento uniforme/função afim a partir da construção e análise de gráficos**. Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 4, n. extra, p. 87-107, 2023. DOI: 10.4025/rvc.v4i3.70785.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

PEREIRA, Aline Fernandes. **CineFut: uma proposta para o ensino de Cinemática: dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2022.**

SANTOS, A. M.; CARVALHO, P. S. A abordagem do movimento relativo através do estudo do movimento parabólico com uso do software Tracker. *Revista do Professor de Física*, v. 5, n. 1, p. 40-48, Brasília, 2021.

SANTOS, D. T. **Experimento de Queda Livre Construído com Arduino e Operado através de uma Interface Scada**, Dissertação de Mestrado, MNPEF, UFAL, 2021.

SANTOS, Rafael Pinheiro. **Sequência didática para o ensino de cinemática através de vídeo análise baseada na teoria da aprendizagem significativa**. 2016

SEVEWAY, Raymond A; JR, John WJ. **Mecânica Clássica e Relatividade Volume 1N**, Tradução da 5ª edição São Paulo: Norte - americana, 2014.

SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; FERREIRA, Marcello. **Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 44, e20210339, 2022.

SOUSA, Cleydson José da Silva; SILVA, Shirsley Joany dos Santos da; BRAGA, Lelio Favacho; SILVA JÚNIOR, Carlos Alberto Brito da; BRAGA, Aline Nascimento; BRAGA, Alessandra Nascimento. **Relato de uma experiência didática: ensinar Física com os projetos didáticos na EJA, estudo de um caso**. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 55-66, 2006.

STEWART, James. **Cálculo**. 8ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

THOMAS, George B.; FINNEY, Ross L. **Cálculo**. 12ª. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

TIPLER, Paul A; MOSCA, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiro**, Volume 1 Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica 6ª edição. LTC, 2009.

TRONOLONE, Valquiria Baddini.+ **Ação - na escola e na comunidade: projetos integradores: área do conhecimento : ciências da natureza e suas tecnologias. volume único - 1ª. ed. - São Paulo: FTD, 2020.**

WORDWALL. **Wordwall**: faça atividades melhores e mais rápidas. Disponível em: <https://wordwall.net>. Acesso em: 6 jan. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.


ZAVALA, G. et al. **Modifying the Test of Understanding Graphs in Kinematics**. Physical Review Physics Education Research, v. 13, 020111, 2017.

**APÊNDICE A - Artigo Publicado na Revista AURUM (ISSN: 3085-7783)****CARTA DE ACEITE**

**Declaramos** para os devidos fins que o artigo **SUBSUNÇORES NA MATEMÁTICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: APLICAÇÕES A PLATAFORMA WORDWALL.NET**, foi **ACEITO** para publicação na Aurum Revista Multidisciplinar, ISSN: 3085-7783, Volume 1, Número 5. Periódico editado pela Aurum Editora Ltda, CNPJ 58.902.948/0001-12.

**Autoria da obra:** Rosane de Alcântara Queiroz e José Vicente Cardoso Santos.

Curitiba, 15 de julho de 2025.

  
**GIAN FELIPE BONFANTI**  
EDITOR CHEFE

AURUM EDITORA LTDA. CNPJ: 58.902.948/0001-12  
Rua Bom Jesus, nº 212, sala 1904, Juvevê - Curitiba/PR - 80035-010

**SUBSUNÇORES NA MATEMÁTICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: APLICAÇÕES A PLATAFORMA WORDWALL.NET**
**SUBSUMERS IN MATHEMATICS AND MEANINGFUL LEARNING: APPLICATIONS TO THE WORDWALL.NET PLATFORM**
 <https://doi.org/10.63330/armv1n5-006>

Submetido em: 13/07/2025 e Publicado em: 16/07/2025

**Rosane de Alcântara Queiroz**

Aluno de pós-graduação do curso de programa de pós-graduação em ensino de física - Mestrado nacional profissional em ensino de física – Polo 60. Docente da Secretaria de Educação da Bahia.

**José Vicente Cardoso Santos**

Docente do Departamento de Ciências Exatas e da Terra e do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Bahia (UNEB).

**RESUMO**

Os subsunçores de conteúdos da Matemática nos processos de Aprendizagem Significativa aplicados à Física representam uma abordagem que destaca a importância do conhecimento prévio dos alunos no processo de aprendizagem. Nesse contexto, o artigo busca analisar por meio de estudo de caso abordando qualitativamente, através do uso da plataforma wordwall.net, conhecimentos prévios dos estudantes do ensino médio colégio estadual da rede pública da Bahia. E nos objetivos específicos tem-se a análise da relação entre conhecimento matemático e aprendizagem da Física e a apresentação dos organizadores prévios a partir do guia didático. Para alcançar esses objetivos, utiliza-se uma metodologia baseada em revisão de literatura sobre os temas abordados, incluindo a proposta teórica de Ausubel e os conceitos e aplicações de conteúdos relacionados a disciplina de física, associados à elaboração de sequências didáticas. Iniciando conceitos e aplicações no estudo da Cinemática. Por fim apresenta-se um produto educacional associado ao tempo em que se reconhece que a linguagem matemática desempenha um papel fundamental na compreensão da Física, sendo comum a inter-relação entre os conteúdos abordados e espera-se que a observação dos relatos dos estudantes e a análise das atividades aplicadas proporcionem uma coleta de dados significativa para o estudo.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa; Ensino de Física; 1 Ano do Ensino Médio; Cinemática.

**ABSTRACT**

Mathematical content subsumers in Meaningful Learning processes applied to Physics represent an approach that highlights the importance of students' prior knowledge in the learning process. In this context, this article seeks to analyze, through a case study, qualitatively addressing the prior knowledge of high school students in a state public school in Bahia using the Wordwall.net platform. The specific objectives include analyzing the relationship between mathematical knowledge and Physics learning and presenting the prior organizers based on the teaching guide. To achieve these objectives, a methodology based on a literature review on the topics covered is used, including Ausubel's theoretical proposal and the concepts and applications of content related to the Physics discipline, associated with the development of teaching sequences. Introducing concepts and applications in the study of Kinematics. Finally, an educational product is presented that is associated with the time in which it is recognized that mathematical language plays a fundamental role in the understanding of Physics, with the interrelation between the contents



covered being common and it is expected that the observation of students' reports and the analysis of applied activities will provide a significant data collection for the study.

**Keywords:** Meaningful Learning; Physics Teaching; 1st Year of High School; Kinematics.



## 1 INTRODUÇÃO

Na atualidade as disciplinas de Matemática e Física estão intimamente interligadas, pois a Física é uma ciência natural que investiga as leis que governam o universo, enquanto a Matemática funciona como a linguagem utilizada para descrever essas leis. Com base nessa relação, observa-se na prática docente que o conhecimento prévio de certos conteúdos matemáticos, como equações e funções, torna-se um pré-requisito essencial para a compreensão da Cinemática (Brasil, 2021).

Diversos autores, como David Paul Ausubel (1963) e Marco Antônio Moreira (1983, 1999, 2006), destacam a importância da aprendizagem significativa. Para que o estudante assimile um novo conhecimento de maneira eficaz, é fundamental que isso ocorra de forma significativa. Nesse processo, os organizadores prévios desempenham um papel central, funcionando como uma estratégia instrucional essencial para facilitar a construção da estrutura cognitiva do aprendiz. Esses organizadores podem ser introduzidos por meio de atividades preparatórias, realizadas antes da apresentação do material de aprendizagem (Ausubel, 1960).

Na aprendizagem da Cinemática, a presença de subsunçores da Matemática é essencial para que o estudante compreenda os cálculos necessários para a fundamentação dos conceitos. A partir das ideias já adquiridas, os estudantes podem expandir e desenvolver novos conteúdos apresentados. Assim, a abordagem dos conteúdos ressalta a necessidade de conhecimento prévio dos alunos, de acordo com a proposta de David Ausubel em 1963.

Portanto, o reconhecimento da importância dos subsunçores e da revisão das práticas pedagógicas pode ser relacionado tanto às ideias de Ausubel quanto ao desenvolvimento de abordagens interdisciplinares e reflexivas no ensino desde os anos 1990.

A compreensão de um determinado assunto contribui para o desenvolvimento do aprendizado do conteúdo. Então, esse artigo tem como objetivo analisar uma sequência didática com a utilização do aplicativo wordwall.net com a criação de um produto educacional que possibilita respostas rápidas e de fácil análise em tempo para a contemplação dos conteúdos da unidade.

A partir da pesquisa em relação aos estudantes da turma pode perceber o quanto a interação deles através da tecnologia torna mais evidente o interesse em conhecer e perceber a importância do conteúdo da Física no cotidiano. Assim como cabe ao professor analisar as dificuldades apresentadas e promover mudanças necessárias a partir da realidade apresentada.

## 2 OBJETIVOS

O artigo tem como propósito analisar através de recursos como o aplicativo wordwall.net propondo atividades pedagógicas que possibilitam questões respectivas a conteúdos prévios, sendo apresentado resultados para que o docente possa ter mais clareza da turma. A partir de então que o ele possa preparar



esses discentes para novos aprendizados. Ao conjunto de organizadores prévios por meio das questões apresentadas a turma de estudantes poderá conduzir a um aprendizado significativo dos conceitos de Cinemática no caso do 1 Ano do Ensino Médio.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a relação entre conhecimento matemático e sua influência na aprendizagem de conteúdos de Cinemática da turma do 1 Ano do ensino médio do colégio estadual da rede pública da Bahia.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a relação entre conhecimento matemático e aprendizagem da Física.
- Apresentar instrumentos de ensino que possibilite levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.

### 3 METODOLOGIA

Através da pesquisa qualitativa da turma a partir do estudo de caso da turma do 1 Ano do ensino médio do colégio da rede estadual da Bahia localizada no município de Salvador – BA. A coleta de dados para esta observação foi feita através de questionários interativos com recursos tecnológicos disponíveis no colégio (chromebooks).

No caso desta pesquisa, a aplicação foi realizada em sala de aula durante duas aulas, utilizando os recursos digitais disponíveis na unidade escolar, como os Chromebook.

An aplicação da Plataforma de recursos educacionais interativos <https://wordwall.net> utilizada para questionários como objetivo neste artigo da observação de Organizadores Prévios: Estratégias para diagnosticar conhecimentos prévios dos estudantes e prepará-los para novas aprendizagens.

A gamificação consiste na aplicação de elementos típicos de jogos, como pontuação, desafios, recompensas e níveis, em contextos educacionais. Essa abordagem tem o potencial de transformar a forma como os alunos encaram a matemática, uma disciplina que muitas vezes é vista como difícil ou desinteressante. Optou-se por instrumentos gamificados por acreditar que os/as estudantes, em algum momento, já tiveram contato com esses conceitos durante suas jornadas no Ensino Fundamental.

Divisão de estudantes em grupos para leitura e discussões; Uso de jogos, problemas históricos e estratégias interativas para reforçar o aprendizado; Acompanhamento e avaliação do desempenho com base em formulários e atividades práticas. Por essa razão, a ênfase da aplicação didática em Física é ampliar o potencial das habilidades matemáticas, que funcionam como subsunçores para os conceitos de Cinemática Escalar, foco desta proposta de pesquisa didática



Será realizada agora a análise das propostas de avaliação diagnóstica, avaliação e avaliação final da pesquisa didática, cujo objetivo foi abordar o conhecimento prévio que os estudantes do 1º ano do Ensino Médio devem possuir para uma melhor compreensão da Cinemática.

Em síntese, as atividades da avaliação se propõem a:

- ✓ Identificar os coeficientes da equação do 2º grau;
- ✓ Encontrar o tempo através da resolução da equação do 2º grau;
- ✓ Multiplicação com números inteiros;
- ✓ Raiz quadrada;
- ✓ As quatro operações;

Os estudantes ao serem convidados a participar da pesquisa podem fornecer respostas a um questionamento para:

- a) avaliar seus conhecimentos em matemática básica;
- b) identificar possíveis dificuldades no conhecimento matemático antes da intervenção;
- c) posteriormente, o conteúdo de Queda Livre será apresentado à turma que constituirá o grupo.

Foram aplicados questionários à turma para investigar as habilidades e as dificuldades matemáticas dos estudantes, a fim de perceber a evolução no processo de aprendizagem dos alunos.

Diante dessa constatação e com a nova estrutura disponível no Colégio Professor Rômulo Almeida, onde leciono - que inclui um laboratório de Física recentemente equipado -, surgiu a oportunidade de investigar e abordar essa questão de forma mais eficaz.

A pesquisa baseia-se na utilização de instrumentos e recursos educacionais contemporâneos, que podem ser aplicados para envolver os estudantes nos objetos de conhecimento abordados.

#### 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria dos subsunçores foi desenvolvida por David Ausubel, no contexto da aprendizagem significativa. Apesar de Ausubel tenha formulado sua teoria na área da psicologia educacional, ela tem sido amplamente aplicada ao ensino de Matemática, especialmente no Brasil, onde pesquisadores da educação matemática encontraram forte respaldo nessa teoria para desenvolver estratégias pedagógicas que favoreçam a compreensão duradoura de conceitos.

Os subsunçores são conceitos ou ideias já presentes na estrutura cognitiva do aluno, que servem como "âncoras" para a nova informação. Para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário que o novo conteúdo se relacione de maneira não arbitrária e substantiva com essas ideias pré-existentes. Na sua obra principal, *"The Psychology of Meaningful Verbal Learning"* (1963), Ausubel propõe que a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se conectam de forma substantiva e não arbitrária aos conhecimentos prévios do aprendiz, os quais ele chama de subsunçores.



Marco Antônio Moreira é um dos principais pesquisador e divulgador da Teoria de Ausubel no Brasil. Aplica a noção de subsunçores para o ensino de conceitos matemáticos e científicos, destacando a importância da estruturação do conteúdo a partir dos conhecimentos prévios do aluno. A aplicação desses conceitos no ensino de Ciências e Matemática pretende tornar o aprendizado mais significativo, conectando os novos conteúdos aos conhecimentos já existentes dos alunos, o que pode resultar em uma compreensão mais sólida e na capacidade de aplicar o conhecimento em diferentes contextos. Em sua obra *Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Aplicação ao Ensino de Ciências e Matemática* publicado em 2006 o artigo na revista *Ciência & Educação* (Bauru), Volume 12, Número 1, páginas 45-66.

A utilização da Wordwall.net no ensino de Física e Matemática apresenta-se como uma ferramenta versátil para professores que buscam aumentar o engajamento dos alunos. Além disso, sua interface intuitiva e a possibilidade de adaptação dos conteúdos tornam a plataforma acessível para diferentes níveis de ensino, desde o fundamental até o superior.

Nesta pesquisa, realizada com estudantes do 1 Ano do ensino médio do colégio estadual da rede pública da Baía são os conhecimentos prévios de matemática que são utilizados para se estudar Física. Já a substantividade está relacionada à substância do novo conhecimento, aqui, aprender a estudar a Cinemática Escalar.

## 5 RESULTADOS

Na avaliação diagnóstica sobre unidades de massa, observam-se os resultados das interações com os objetos da matemática, dos 30 estudantes que responderam, temos um percentual de 48,3% de acertos totais. A sondagem (avaliação diagnóstica), organizador prévio, sobre os conhecimentos prévios em conteúdos matemáticos, como a equação do segundo grau, a serem trabalhados em Cinemática, revelou-se relevante para o desenvolvimento e sequenciamento do produto.

O trabalho elaborado teve uma resposta relevante em relação à investigação das dificuldades apresentadas pela turma e foi de grande importância, do ponto de vista educacional, para o professor(a) pesquisador(a), perceber o interesse e a motivação dos estudantes em relação ao tema proposto ao estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa. Essa teoria, correlacionada com a tecnologia, busca inovação no ensino de Física, despertando maior interesse tanto nos estudantes quanto no professor(a) pesquisador(a) na abordagem da Física.

Nesse processo final de aplicação de atividades relacionadas à equação do segundo grau, a Atividade da II Unidade foi composta por questões do ENEM e de universidades. Essas foram respondidas por 34 alunos da turma, dos quais somente 5 tiveram 100% de aproveitamento, demonstrando os cálculos matemáticos. Conclui-se que o trabalho elaborado teve uma resposta relevante em relação à investigação das dificuldades apresentadas pela turma e foi de grande importância, do ponto de vista educacional, para



o professor(a) pesquisador(a), perceber o interesse e a motivação dos estudantes em relação ao tema proposto ao estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa. Essa teoria, correlacionada com a tecnologia, busca inovação no ensino de Física, despertando maior interesse tanto nos estudantes quanto no professor(a) pesquisador(a) na abordagem da Física.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa maneira o objetivo maior deste trabalho foi desenvolver práticas capazes de identificar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no entendimento dos objetos de conhecimento da matemática, as quais interferem no aprendizado da Cinemática, a partir da elaboração de um produto didático com base na Teoria da Aprendizagem de David Ausubel (1918-2008). A atividade foi realizada em uma turma do 1º ano do Ensino Médio da rede pública do Estado da Bahia, no Colégio Estadual Professor Rômulo Almeida.

Durante o processo de observação dos estudantes interagindo com o conteúdo e resolvendo as atividades propostas, percebeu-se um aumento de interesse e motivação, sobretudo quando saíram da sala de aula (tradicional) para realizar atividades com o uso de aparelhos tecnológicos e de uma plataforma interativa para as práticas, evidenciou a curiosidade sobre como aplicar recursos digitais na rotina de aulas, mostrando que as tecnologias e mídias disponíveis podem ser utilizadas no ensino de Física.

A sondagem (avaliação diagnóstica), organizador prévio, sobre os conhecimentos prévios em conteúdos matemáticos, como as unidades de medidas, a serem trabalhados em Cinemática, revelou-se relevante para o desenvolvimento e sequenciamento do produto. Foi necessário um planejamento pedagógico, como apresentado no produto didático, para a execução de toda a rotina proposta. Ao longo desse processo, ajustes foram feitos devido a situações encontradas durante a aplicação, sobretudo aquelas relacionadas ao engajamento e participação dos estudantes. Esses surpreenderam com a demonstração de motivação, vontade de realizar a atividade



## REFERÊNCIAS

- ABREU, Lenir; BEJERANO, Nelson; HOHENFELD, Dielson. O Conhecimento Físico na Formação de Professores do Ensino Fundamental I Investigações em Ensino de Ciências - V18(1), pp. 23-42, 2013
- AUSUBEL, David. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, David. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: AUSUBEL, David. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BAHIA. Secretaria de Educação. Pílulas de Aprendizagem. Ensino Médio. Salvador. EGBA, 2020.
- BAHIA. Secretaria de Educação. Roteiros de Estudos e atividades para Estudantes, Ensino Médio, Ciências da natureza. Salvador. EGBA, 2020
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto / SEF. Base Nacional Comum Curricular. EDUCAÇÃO É A BASE. 2016. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/versao-2/areas>>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto / SEF. Base Nacional Comum Curricular. EDUCAÇÃO É A BASE. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- CIPOLATTI, Paulo. Física: Ciência e Tecnologia. São Paulo: FTD, 2015.
- CRUZ, Cristiano Cordeiro. A Teoria Cognitivista de Ausubel. 2001. Disponível em: <[http://www.robertexto.com/archivo3/a\\_teorias\\_ausubel.htm](http://www.robertexto.com/archivo3/a_teorias_ausubel.htm)>. Acesso em: 11 ago. 2024
- FRAIMAN, Leonardo de Perwin e. Pensar, sentir e agir: Ensino Médio: volume único / Leonardo de Perwin e Fraiman. - 1. ed. - São Paulo : FTD, 2020.
- GASPAR, Alberto. Compreendendo a Física / Alberto Gaspar. - 3. ed. - São Paulo: Ática, 2016.
- KOBER, Claudia. Ausubel e A Teoria Cognitivista. São Paulo, p.1-15, 2015.
- LAROCCA, Priscila. A Teoria Cognitivista de David Ausubel: Um Modelo de Ensino. Disponível em: <<http://portal.ucpg.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- LINS, Maria J. C.; MIRANDA, Bruna R. C. Ausubel e Bruner: Questões sobre Aprendizagem. Curitiba: Editora CRV, 2018
- LIRA, Marcos A; SILVA, Edson P. A Utilização da Plataforma Arduino como Recurso Didático no Ensino de Eletrodinâmica, Revista do Professor de Física UFPI, 2022
- MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. LOCAL: EDITORA, 2012



MOREIRA, Marco Antonio. Uma abordagem cognitivista ao ensino da física; a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências. Porto Alegre: Ufrgs, 1983.

MOREIRA, Marco. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula, Ed. Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel. In: MOREIRA, Marco Antônio. Uma abordagem Cognitivista ao ensino da Física. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 1983. p. 18-54.

MOREIRA, Marco. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares, Ed. Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco. Ensino e Aprendizagem Significativa, Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2017.

TRONOLONE, Valquiria Baddini.+ Ação - na escola e na comunidade: projetos integradores: área do conhecimento : ciências da natureza e suas tecnologias. volume único - 1ª. ed. - São Paulo: FTD, 2020.

WORDWALL. Wordwall: faça atividades melhores e mais rápidas. Disponível em: <https://wordwall.net>. Acesso em: 6 jan. 2025.

## APÊNDICE B - Produto/Guia Didático: “Caminhando para a Física”

### Descrição do Experimento Prático Queda-Livre: “Caminhando para a Física”

Figura 1 - Instrumento para experimento de queda livre



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Esses aparelhos de queda livre possuem uma haste, um micro ímã, dois sensores e um cronômetro. A turma avaliada será dividida em grupos de cinco alunos, e cada equipe deverá gravar dois vídeos de esferas de pesos diferentes caindo dos instrumentos de queda livre, conforme mostrado na Figura 6. Após a gravação dos vídeos, os alunos analisarão a projeção e a aceleração da gravidade utilizando o aplicativo Tracker. O software foi adquirido por meio do link disponível

1: <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=7365>. Isso permitiu à professora pesquisadora dar continuidade ao trabalho, embora tenha sido necessário aprender a manusear essa nova ferramenta.

O aplicativo Tracker será utilizado com o auxílio de um computador. Os alunos enviarão os vídeos para o meu e-mail oficial, utilizado na instituição da rede estadual, para que eu possa selecionar o vídeo mais adequado para o estudo e avaliação no experimento

proposto. O momento de produção dos vídeos pelos estudantes está registrado nas Figuras 2, 3, 4, e 5.

### O Aplicativo Tracker

O aplicativo Tracker é uma ferramenta essencial para a coleta e análise de dados em experimentos de física, especificamente no estudo da cinemática e da queda livre. Com sua interface intuitiva e recursos, o Tracker permite aos pesquisadores registrar com precisão o movimento de objetos em queda livre, fornecendo dados que são fundamentais para investigações científicas rigorosas. Sua capacidade de analisar esses dados de forma detalhada e eficiente facilita a compreensão dos fenômenos físicos, contribuindo significativamente para o avanço do conhecimento nessa área da física.

Figura 2 - Aplicação do experimento de queda livre



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 3 - Aplicação do experimento de queda livre



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 4 - Aplicação do experimento de queda livre



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O aplicativo Tracker tem como finalidade a coleta e análise de dados. Neste vídeo, ele demonstra como realizar a coleta de dados e a análise para um experimento de queda livre utilizando o software Tracker: <https://youtu.be/LWqhVPAiBnI>. Os estudantes gravaram vídeos deixando cair um piloto de quadro branco e uma bola de basquete, como mostrado na figura 5.

Figura 5 - Aplicação do experimento de queda livre



Fonte: Elaborado pela autora (2024).