

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FRANCISCA DANIELE COSTA DE LIMA BESERRA

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA
NO ESTUDO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA PARA O 9º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

MOSSORÓ - RN

2020

FRANCISCA DANIELE COSTA DE LIMA BESERRA

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA
NO ESTUDO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA PARA O 9º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 09, do Departamento de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Rural do Semi - árido (UFERSA), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Linha de pesquisa: Física no ensino básico

Orientador: Prof. Dr. Francisco Edcarlos Alves Leite

MOSSORÓ - RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B554u Beserra, Francisca Daniele.
Unidade de Ensino Potencialmente
Significativa: uma proposta no estudo de gráficos
em cinemática para o 9º ano do ensino fundamental
/ Francisca Daniele Beserra. - 2020.
138 f. : il.

Orientador: Francisco Edcarlos Alves Leite.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2020.

1. ensino. 2. física. 3. aprendizagem . 4.
significativa. 5. representações. I. Alves Leite,
Francisco Edcarlos , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

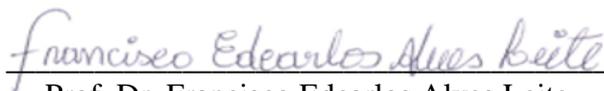
FRANCISCA DANIELE COSTA DE LIMA BESERRA

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA
NO ESTUDO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA PARA O 9º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 09, do Departamento de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.
Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio

Aprovada em: 05/08/2020

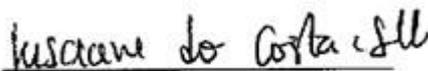
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Francisco Edcarlos Alves Leite
Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)



Prof. Dr. Francisco de Assis Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)



Prof. Dra. Jusciane da Costa e Silva
Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)



Prof. Dra. Luciana Angélica da Silva Nunes
Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)

DEDICO

*À meu pai Francisco Francimar de Lima (in
memorian) pelo amor, carinho e incentivo na
luta em busca da realização dos meus sonhos.
Certamente estaria orgulhoso por mais essa
conquista.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pela vida que me concedeu e por ter me mantido na trilha certa durante este trabalho de pesquisa, com saúde e forças para chegar até o final;

Aos meus queridos pais Francisco Francimar de Lima (in memoriam) e Maria do Socorro Costa de Lima, que com muita dedicação, sacrifício e coragem, me proporcionaram a oportunidade de buscar o caminho da educação, trazendo como frutos várias realizações para a minha vida;

Aos meus irmãos Francineudo Costa e Francileudo Costa que direta ou indiretamente contribuíram para as vitórias alcançadas ao longo da minha caminhada;

Ao meu amado esposo Marcelo Nobre dos Santos Beserra, por toda a paciência, companheirismo, dedicação e por estar ao meu lado me auxiliando em todas as horas;

A Vladson Beserra Galdino e sua família, por me acolherem em sua casa, em Mossoró, durante esses anos no mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Edcarlos Alves Leite pelo apoio e incentivo ao longo do curso e pela confiança em meu trabalho;

À todo o corpo docente do polo 09 do MNPEF da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pela contribuição em meu processo formativo;

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) pelo desenvolvimento deste Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), pela iniciativa e preocupação em capacitar professores;

À todos os meus colegas de mestrado da turma de 2018, pela amizade, ajuda, descontração e troca de experiências. Em especial aos meus amigos José Aécio Vieira Damaceno e João Paulo Ferreira pelo companheirismo de sempre e pelas valiosas trocas de ideias;

Aos meus estimados amigos, Adriano Santiago, Tiago Ribeiro, Cíntia Duarte e Antonio Robson, em especial a Lessandro Jorge de Lima, pela confiança e estímulo que sempre se fizeram presentes em suas palavras;

Aos membros da banca examinadora por terem aceitado o convite de participar da defesa e pelas valiosas considerações por virem;

Aos meus professores da graduação Miguel Petrarca, Aureliano de Oliveira, Francisco Carlos de Oliveira (Carlos Braga), Robson Sanábio, Francisco Wagner, Manoel Roberval e José Alves de Lima Júnior que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional. Ensinaram-me não somente o conteúdo programado, mas também a ter compromisso, dedicação e responsabilidade em tudo que me propusesse fazer. É uma honra tê-los como colegas de trabalho;

A EMEIF José Ricardo de Matos, em especial a turma do 9º ano de 2019, local de aplicação do produto educacional e a coordenadora Maria Amélia Rebouças de Matos por ter permitido a realização das atividades em sala de aula;

E, finalmente, agradeço a Capes pelo apoio financeiro.

“Se eu pudesse reduzir toda a psicologia educacional a uma só frase, eu diria isto: o fato mais importante que influencia a aprendizagem é o que o estudante já sabe. Verifique isso e ensine de acordo”

David Paul Ausubel

RESUMO

Diante do modelo de ensino tradicional predominante nas escolas nos dias atuais, os professores se encontram despreparados em inovar na abordagem dos conteúdos de Física e acabam por optar pela maneira clássica de ensinar, que pouco atrai os alunos. Na intenção de colaborar com o desenvolvimento de novas estratégias didáticas que promovam a melhoria do ensino de Física, este trabalho realizado no âmbito do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física traz a proposta de elaborar, aplicar e avaliar as potencialidades de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) idealizada por Moreira, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O conteúdo escolhido para ser trabalhado, foram as representações gráficas das funções horárias do Movimento Retilíneo Uniforme e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, por acreditarmos ser um tópico tratado com pouca relevância principalmente no nível de ensino fundamental. A intervenção pedagógica de aplicação da sequência foi realizada em seis encontros entre os meses de março e maio de 2019 em uma turma do 9º ano do ensino fundamental em uma escola da rede pública de ensino do município de Russas, Ceará. O primeiro passo na implementação da UEPS foi o levantamento dos conhecimentos prévios através de um questionário inicial, para que em seguida os alunos fossem apresentados ao conteúdo por meio de situações-problema e atividades colaborativas e individuais. Entre essas atividades propostas estavam: a exibição de um vídeo, a realização de um jogo de tabuleiro e uma prática experimental, todos previamente organizados de acordo com a sequência de aplicação da UEPS e buscando sempre a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. De natureza qualitativa, essa pesquisa possibilita a coleta de resultados, centrada na observação realizada no decorrer da intervenção pedagógica. Durante, e após a aplicação dessa sequência, foram encontradas evidências de aprendizagem significativa, pois as atividades possibilitaram aos alunos, superar as dificuldades tanto na elaboração como na interpretação dos gráficos das funções horárias, muito disso devido a proposta de se resgatar os conhecimentos prévios e modificar a ancoragem de novos conhecimentos. A avaliação por parte dos alunos foi muito positiva, o que nos incentiva a fazer aplicações futuras abordando outros conteúdos.

Palavras-chave: UEPS; aprendizagem significativa; ensino de Física; representações gráficas.

ABSTRACT

Faced with the traditional teaching model prevalent in schools today, teachers are unprepared to innovate in the approach to physics content and end up opting for the classic way of teaching that attracts little students. With the intention of collaborating with the development of new didactic strategies that promote the improvement of physics teaching, this work carried out within the scope of the National Professional Master in Physics Teaching brings the proposal to elaborate, apply and evaluate the potentialities of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) idealized by Moreira, based on Ausubel's Meaningful Learning Theory. The content chosen to be worked on were the graphic representations of the hourly functions of the Uniform Rectilinear Movement and the Uniformly Varied Rectilinear Movement because we believe it is a topic treated with little relevance, mainly at the elementary school level. The pedagogical intervention to apply the sequence was carried out in six meetings between the months of March and May 2019 in a class of the 9th grade of elementary school in a public school in the city of Russas, Ceará. The first step in the implementation of the UEPS was the survey of previous knowledge through an initial questionnaire, so that the students were then introduced to the content through problem situations and collaborative and individual activities. Among the proposed activities were: the exhibition of a video, the realization of a board game and an experimental practice, all previously organized according to the sequence of application of the UEPS and always seeking progressive differentiation and integrative reconciliation. Of a qualitative nature, this research enables the collection of results centered on the observation made during the pedagogical intervention. During and after the application of this sequence, evidence of significant learning was found because the activities enabled students to overcome difficulties both in the elaboration and in the interpretation of the graphs of the hourly functions, much of this due to the proposal to rescue previous knowledge and modify the anchoring new knowledge. During and after the application of this sequence, evidence of significant learning was found because the activities enabled students to overcome difficulties both in the elaboration and in the interpretation of the graphs of the hourly functions, much of this due to the proposal to rescue previous knowledge and modify the anchoring new knowledge. The evaluation by the students was very positive, which encourages us to make future applications addressing other content.

Keywords: UEPS; meaningful learning; physics teaching; graphical representations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Mapa mental livre.....	30
Figura 2.2 – Mapa mental direcionado.....	31
Figura 3.1 – Movimento unidimensional.....	33
Figura 3.2 – Fotografia estroboscópica de uma bola de ténis em movimento uniforme ao lado de uma régua.....	34
Figura 3.3 – Gráfico de um movimento.....	34
Figura 3.4 – Gráfico de um movimento retilíneo uniforme.	35
Figura 3.5 – Interpretação geométrica da velocidade média.....	36
Figura 3.6 – Velocidade média na queda livre.....	36
Figura 3.7 – Interpretação geométrica da derivada.....	38
Figura 3.8 – Sinal da derivada.....	39
Figura 3.9 – Espaço percorrido como área.....	39
Figura 3.10 – Área negativa.....	40
Figura 3.11 – Divisão em subintervalos.....	40
Figura 3.12 – Posição em função do tempo.....	42
Figura 3.13 – Velocidade em função do tempo.....	43
Figura 3.14 – Aceleração em função do tempo.....	43
Figura 3.15 – Integração da aceleração.....	44
Figura 3.16 – Integração da velocidade.....	45
Figura 5.1 – Respostas de alguns alunos a última questão do questionário inicial.....	54
Figura 5.2 – Estudo de caso (parte 1)	56
Figura 5.3 – Estudo de caso (parte 2)	57
Figura 5.4 – Respostas da primeira questão do estudo de caso.....	58

Figura 5.5 – Respostas da segunda questão do estudo de caso.....	58
Figura 5.6 – Gráfico elaborado pelo grupo 1.....	59
Figura 5.7 – Gráfico elaborado pelo grupo 2.....	60
Figura 5.8 – Gráfico elaborado pelo grupo 3.....	61
Figura 5.9 – Vídeo exibido aos alunos.....	63
Figura 5.10 – Alunos em grupo, elaborando os mapas mentais.....	64
Figura 5.11 – Mapa mental elaborado pelo grupo 1.....	65
Figura 5.12 – Mapa mental elaborado pelo grupo 2.....	66
Figura 5.13 – Mapa mental elaborado pelo grupo 3.....	66
Figura 5.14 – Jogo de tabuleiro “De olho na pista”.....	68
Figura 5.15 – Alunos participando da atividade com o jogo.....	69
Figura 5.16 – Atividade de utilização do Excel.....	70
Figura 5.17 – Alunos iniciando o procedimento experimental.....	71
Figura 5.18 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo A.....	72
Figura 5.19 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo B.....	73
Figura 5.20 – Respostas de alguns alunos a 1ª e 2ª questões do questionário.....	74
Figura 5.21 – Respostas de alguns alunos a 3ª questão do questionário.....	74
Figura 5.22 – Resposta de alguns alunos a 4ª questão do questionário.....	75
Figura 5.23 – Resposta de alguns alunos a 5ª questão do questionário.....	75
Figura 5.24 – Respostas de alguns alunos a 2ª questão do questionário final.....	77
Figura 5.25 – Respostas de alguns alunos a 4ª questão do questionário final.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sequência de realização das atividades.....	49
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados coletados pelo grupo A.....	71
Tabela 2: Dados coletados pelo grupo B.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UECE – Universidade Estadual do Ceará

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi - árido

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativo

CE – Ceará

RN – Rio Grande do Norte

TAS – Teoria de Aprendizagem Significativa

AS – Aprendizagem Significativa

MRU – Movimento Retilíneo Uniforme

MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

EMEIF – Escola Municipal de Ensino Infantil e Fundamental

MPS – Material Potencialmente Significativo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 MOTIVAÇÃO.....	18
1.2 OBJETIVOS.....	18
1.3 TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA.....	19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS E ALGUMAS METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	23
2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	23
2.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA.....	27
2.3 ALGUMAS METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	29
3 REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DO MOVIMENTO	33
3.1 MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL.....	33
3.2 VELOCIDADE INSTANTÂNEA.....	36
3.3 GRÁFICO DE $v \times t$	39
3.4 ACELERAÇÃO.....	42
3.5 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO.....	44
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	47
4.1 A PESQUISA.....	47
4.2 O PÚBLICO E O LOCAL DA INTERVENÇÃO.....	47
4.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	48
4.4 O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO.....	49
5 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E ANÁLISE DE RESULTADOS	52
5.1 MOMENTO DO PLANEJAMENTO.....	52
5.2 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	52
5.3 ESTUDO DE CASO.....	55
5.4 AULA EXPOSITIVO-DIALOGADA E EXIBIÇÃO DE VÍDEO.....	62

5.5 ELABORAÇÃO DE MAPAS MENTAIS E REALIZAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO.....	64
5.6 ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	69
5.7 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS.....	76
5.8 AVALIAÇÃO DA UEPS.....	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS.....	82
APÊNDICE.....	86
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL (PE).....	86
APÊNDICE B do PE – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	125
APÊNDICE C do PE – O CASO.....	127
APÊNDICE D do PE– PROPOSTAS DE MAPAS MENTAIS.....	129
APÊNDICE E do PE– REGRAS DO JOGO “DE OLHO NA PISTA”.....	130
APÊNDICE F do PE – ROTEIRO DE ATIVIDADE PRÁTICA.....	132
APÊNDICE G do PE – QUESTIONÁRIO FINAL.....	136

1 INTRODUÇÃO

O despertar para a investigação na área do Ensino de Física deu-se ainda no início da minha trajetória de formação docente, por volta do ano de 2007. Foi no curso de licenciatura plena em Física da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos – FAFIDAM, campus interior da Universidade Estadual do Ceará – UECE, que me deparei com disciplinas voltadas inteiramente para um caráter conteudista e que eram reproduzidos pelos discentes ao primeiro contato com o campo de trabalho: a sala de aula.

Pude comprovar esse fato quando ainda no 5º semestre da graduação, mais precisamente no ano de 2010, comecei a lecionar em uma escola pública de ensino fundamental e médio na comunidade de Flores, distrito da cidade de Russas – Ceará. Em minhas aulas, reforçava o ensino tradicional presente até hoje nas escolas, em que os conteúdos são abordados de maneira isolada e distante da realidade cotidiana dos alunos.

Com a conclusão da graduação, em 2016 pude retornar à FAFIDAM como professora temporária, cargo que desempenho até o momento. Durante esse tempo, pude orientar alguns trabalhos de conclusão de curso, voltados para o uso de novas estratégias didáticas para o ensino de Física à luz das teorias de aprendizagem.

Desde então tenho estudado a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que em sua proposta, dá uma maior importância ao conjunto de conhecimentos que o aluno carrega consigo. O nome dado a esse conjunto de conhecimentos é estrutura cognitiva e no ato de ensinar, o professor deve levá-la em consideração (RONCA, 1994).

Nessa perspectiva, em 2017 nasce o presente projeto de pesquisa após a aprovação no processo seletivo de ingresso no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF na Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, polo 09 em Mossoró – Rio Grande do Norte – RN.

No entanto, o tema central para este trabalho surgiu de uma indicação de um professor do Polo, que quando soube do meu interesse em abordar a aprendizagem significativa falou-me sobre as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas idealizadas por Marco Antonio Moreira. Após um tempo dedicado a conhecer essas sequências didáticas, definimos também esse referencial como base para essa pesquisa.

1.1 MOTIVAÇÃO

Em minhas experiências profissionais tanto na educação básica como no ensino superior, pude perceber a aversão dos alunos à Física devido à dificuldade em compreender determinados conteúdos com grau elevado de abstração. Os alunos eram acostumados a ver a Física como memorização de “fórmulas” para a resolução de exercícios, totalmente alheia a dar significados aos conceitos básicos.

Uma linguagem especial utilizada pelo professor e bastante comum na Física que é o uso de gráficos na interpretação de fenômenos, sempre foi vista por uma grande parcela dos meus alunos como algo de difícil domínio e que ao invés de auxiliar a compreensão, contribuiria ainda mais para o insucesso deles no componente de Física.

Esse cenário juntamente com o desejo de contribuir para a aprendizagem da Física trouxeram-me a problemática central da pesquisa: Será que uma unidade de ensino potencialmente significativa pode favorecer a aprendizagem significativa, quando aplicada ao estudo de gráficos em cinemática numa turma de 9º ano do ensino fundamental?

A escolha do público alvo e do assunto se deu pelo fato de que é no 9º ano do ensino fundamental que o aluno tem o primeiro contato com a Física, então, acreditamos que usar estratégias didáticas que auxiliem os professores logo nesse nível de ensino seria de grande importância, já que nesse momento os alunos também iniciam o estudo de funções polinomiais no componente curricular de matemática.

Outro fator relevante na escolha das UEPS como tema principal da pesquisa está na ausência de literatura, no próprio polo, mediante pesquisa feita ao site do MNPEF – Polo 09 (UFERSA), apenas um trabalho fez menção a elaboração de uma sequência didática potencialmente significativa enquanto que em outros polos, esse assunto tem sido tratado desde 2012.

1.2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo geral elaborar, aplicar e avaliar uma UEPS voltada para o estudo dos gráficos das funções horárias na cinemática, apoiada na teoria da

aprendizagem significativa de David Ausubel, à uma turma do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública do município de Russas – Ceará.

Destacam-se ainda como objetivos específicos:

- Verificar a ocorrência da aprendizagem significativa durante e após a aplicação da UEPS;
- Contribuir para que os alunos reconheçam em seu cotidiano os conceitos físicos e suas várias aplicações;
- Analisar as contribuições dessa estratégia didática no ensino da Física/ciências.

1.3 TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA

Dentre os objetivos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física está a melhoria da qualificação profissional de professores de Física em exercício na educação básica visando tanto ao desempenho do professor no exercício de sua profissão como ao desenvolvimento de técnicas e produtos para a aprendizagem da Física (SBF, 2015).

Esses produtos educacionais propostos nos mestrados profissionais em ensino, podem ajudar os docentes a enfrentar as dificuldades durante o processo educacional, pois acabam tornando-se ferramentas disponíveis para o entendimento de conteúdo específico.

Resultado de uma pesquisa bibliográfica nas dissertações e materiais didáticos dos polos do MNPEF, esta seção traz uma revisão de literatura focada nos trabalhos cujo tema é a utilização das UEPS como estratégia didática facilitadora do processo de ensino - aprendizagem da Física.

O trabalho de Miranda (2016) tinha o objetivo de ensinar Física quântica em turmas do ensino médio por meio da utilização de uma UEPS, pois percebia que o modelo tradicional de ensino predominava nas salas de aula, sem levar em conta os conhecimentos prévios e as experiências extraescolares dos alunos.

Lopes (2016) desenvolveu em seu trabalho de mestrado, uma UEPS para facilitar a ocorrência de aprendizagem significativa do tema: Quantidade de movimento, Impulso e Colisões. Esse autor ainda destaca que embora o referido tema tenha uma vasta aplicação no

cotidiano, algumas vezes não é trabalhado no ensino médio ou é passado de forma superficial para os alunos, não se mostrando útil ou aplicável.

Maciel (2016) em suas UEPS pretendeu evidenciar, a relação entre a astronomia e os conteúdos de Física que são ministrados no ensino básico. Através de seu trabalho procurou auxiliar os professores que buscam por novas estratégias para as suas aulas, encontrando algo acessível e confiável.

Em seu trabalho, Reis (2016) afirma que as UEPS devem ser ajustadas a realidade dos professores, dos alunos e das escolas. Seus passos devem ser seguidos pra se alcançar a aprendizagem significativa, pois só assim essa ferramenta pode ser considerada exitosa.

Das várias contribuições de pesquisas em ensino de Física, uma está na identificação como principal fator para uma aprendizagem significativa, que é a predisposição do aluno a aprender. Barbosa (2016) destaca que os professores devem motivar os alunos a refletirem sobre o seu cotidiano, que como é dito pelos PCNs, é possível despertar o interesse e a curiosidade dos aprendizes a partir dessas reflexões.

Seguindo essa linha, Bezerra (2016) trata de analisar como atividades experimentais podem influenciar na aplicação de uma sequência didática no ensino de Física. A temática trabalhada foi a da Física térmica, por compor o quadro do conteúdo programático do ano letivo e por ser uma área que estuda fenômenos notadamente presentes no cotidiano dos estudantes.

A pesquisa de Feitosa (2017) se deu através da realização de um curso de hidrostática utilizando a UEPS em hidrostática, onde foram feitas várias verificações de aprendizagem através de uma análise qualitativa, de perguntas estimuladoras realizadas, mapa conceitual e roda de conversa.

Na expectativa de contribuir para a melhoria do ensino de Física, Silva (2018) propôs a construção, desenvolvimento e avaliação de uma UEPS usando paródias conceituais para apoiar o estudo do movimento ondulatório na educação básica. Verificou-se na intervenção pedagógica que a unidade de ensino foi capaz de aproximar os alunos do conhecimento científico.

Para facilitar a compreensão de conceitos e fenômenos que envolvem o estudo da estrutura da matéria, Feitosa (2019) propôs a aplicação de uma história em quadrinhos, escrita em versos de cordel. Essa aplicação se deu por meio de uma UEPS, baseada na teoria da aprendizagem significativa.

O autor afirma ainda que a contextualização do conteúdo em versos de cordel e ilustrações em quadrinhos, propiciou aos estudantes um outro olhar sobre a Física.

Diante dos trabalhos acima citados pôde-se perceber que o público alvo das pesquisas, em geral, estava no ensino médio. No entanto, a Base Nacional Comum Curricular, documento que define as aprendizagens essenciais, que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas da educação básica, cita que a área de ciências da natureza precisa assegurar aos alunos do ensino fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos, produzidos ao longo da história.

Nessa perspectiva, o presente trabalho é aplicado à uma turma de 9º ano do ensino fundamental, onde comumente acontece o primeiro encontro com a Física. É nas aulas de ciências que os alunos têm a oportunidade de desenvolver a compreensão e a interpretação do mundo que o cerca.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho de dissertação está estruturado em seis capítulos e será apresentado da seguinte forma:

O primeiro capítulo é em parte destinado a apresentação da minha trajetória de formação acadêmica. Nele escrevo sobre o despertar para a investigação na área do ensino de Física e descrevo brevemente o início da carreira docente. É ainda nesse capítulo que se apresentam as justificativas, os objetivos e a importância da realização desse trabalho, com ênfase na apresentação de alguns trabalhos do MNPEF na temática das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

O segundo capítulo mostra os fundamentos teóricos norteadores do trabalho. Serão discutidos os principais conceitos da teoria de aprendizagem de David Ausubel enfatizando sua eficiência frente a aprendizagem mecânica e como a proposta de UEPS idealizada por Marco Antonio Moreira, pode contribuir no processo de aprendizagem.

No terceiro capítulo apresentamos o conteúdo de Física abordado na UEPS, onde trabalhamos graficamente com as funções que estão presentes no estudo cinemático do MRU e

do MRUV: a função constante, a do 1º grau e a do 2º grau, discutindo suas propriedades detalhadamente.

No quarto capítulo é discutido o percurso metodológico do trabalho. Destaca-se a natureza da pesquisa, traz informações sobre o local da investigação e do público alvo e apresenta os instrumentos utilizados na coleta de dados.

É ainda neste capítulo que é feita a descrição do desenvolvimento da UEPS, enumerando-se as etapas e destacando os objetivos e atividades planejadas para se alcançar êxito no final da aplicação da sequência.

O quinto capítulo descreve o passo a passo de aplicação do produto (UEPS) em sala de aula. Com base nas observações que foram realizadas no decorrer das etapas da sequência, esse capítulo destaca os resultados e análises obtidos durante a pesquisa que evidenciam a eficiência do nosso produto.

O sexto capítulo traz as considerações finais acerca da pesquisa. Apresenta as principais conclusões, as contribuições da UEPS elaborada e aplicada em sala de aula e perspectivas futuras que podem ser desenvolvidas em trabalhos dessa natureza.

2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS E ALGUMAS METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Neste capítulo descrevemos aspectos teóricos relevantes da teoria da aprendizagem significativa e exploramos o passo a passo no processo de elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, usada como ferramenta metodológica para promover essa aprendizagem.

Na primeira seção apresentaremos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida por David Paul Ausubel especialista em psicologia educacional. Definiremos, com base na visão cognitivista deste autor, os subsunçores e os organizadores prévios. Em seguida, são descritos os facilitadores do processo de ensino e as condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra.

Na segunda seção tratamos do processo de construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que consiste em sequências didáticas fundamentadas teoricamente na teoria de aprendizagem de Ausubel.

Para finalizar o capítulo, uma terceira seção aborda os recursos didáticos, empregados no decorrer da aplicação da sequência de ensino e suas principais características e finalidades.

2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Esta pesquisa é fundamentada teoricamente no cognitivismo, que diferente do behaviorismo que centra a sua atenção no comportamento humano, propõe analisar o ato de conhecer; como o homem desenvolveu seu conhecimento acerca do mundo.

A teoria da aprendizagem significativa dá ênfase a aprendizagem cognitiva ao sugerir que para que uma nova informação seja assimilada de forma significativa é necessário que ocorra uma interação com as já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (SILVA, 2018).

É ainda segundo essa mesma teoria que estrutura cognitiva é entendida como um conjunto de relações conceituais hierarquizadas construídas pelo indivíduo a partir de suas experiências com o mundo (AUSUBEL, 2003).

Do ponto de vista cognitivista, há duas maneiras diferentes de se aprender, são elas: aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Para Moreira (2011), a aprendizagem mecânica consiste em simplesmente decorar, memorizar informações sem significado e sem nenhuma relação com conhecimentos prévios. Já a aprendizagem significativa é voltada para o desenvolvimento da capacidade, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações, fundamentadas nos conhecimentos prévios, que permitam ao educando dar significado aos novos conhecimentos.

A esses conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do aluno, Ausubel (2003) dá o nome de subsunçor, é nele que as novas ideias, informações e conceitos encontram uma espécie de “ancoradouro” capaz de permitir ao aprendiz atribuir significado ao novo (MOREIRA, 2016).

Na ausência de subsunçores na estrutura cognitiva do educando, podem ser utilizados organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. Moreira (2012) considera que organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do material de aprendizagem em si e que seu uso tem como finalidade, mostrar a relação existente entre os novos conhecimentos e aqueles que o indivíduo tem, mas muitas vezes nem consegue perceber a relação com os novos.

Os organizadores prévios são classificados ainda em: expositivos, que é quando não há relação alguma com o que o aprendiz possui no cognitivo; e comparativo no caso de aprendizagem de material relativamente familiar, devendo ser usado para integrar novas informações às antigas (MOREIRA, 2012).

Para Ausubel (2003) existem duas condições necessárias à ocorrência da aprendizagem significativa: 1) o material a ser aprendido seja de fácil relação com a estrutura cognitiva do aprendiz, por isso dito potencialmente significativo; 2) o aprendiz esteja predisposto a relacionar à sua estrutura cognitiva, o novo material potencialmente significativo.

A primeira condição refere-se ao papel do professor em desenvolver um material que possua uma sequência hierárquica e lógica de ensino, de forma que possa apresentar o conteúdo adequando-o à realidade do aluno.

A segunda condição implica na predisposição do aluno a aprender. É fundamental para a aquisição de conhecimentos que o aluno se sinta motivado a aprender, e usar ferramentas de

ensino que não somente exponham o conteúdo, mas que despertem a curiosidade, é o ideal para motivá-los.

Dentre os facilitadores do processo de ensino estão: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Ambos os processos ocorrem durante a aprendizagem significativa, na diferenciação progressiva o assunto a ser abordado deve surgir de conceitos e ideias mais gerais, partindo gradativamente a termos mais específicos. Conforme o surgimento de novos conceitos é necessário recorrer à reconciliação integradora, permitindo ao aprendiz estabelecer relações, identificar diferenças e dar significado ao que está sendo estudado.

Seguindo os princípios de sua teoria, Ausubel (2003) afirma que o conhecimento pode ser apresentado ao aprendiz de duas formas: a aprendizagem receptiva e a aprendizagem por descoberta.

Na aprendizagem por recepção (receptiva) o conteúdo que deve ser internalizado é exposto em sua forma final; já na aprendizagem por descoberta o aprendiz deve descobrir o conteúdo. De acordo com a percepção ausubeliana, se o novo conteúdo foi internalizado à estrutura cognitiva do indivíduo de forma não-literal e não-arbitrária houve aprendizagem significativa seja ela por recepção ou por descoberta (MOREIRA, 2016).

Moreira (2012) ressalta que aprendizagem receptiva não está associada com o modelo tradicional de ensino, em que o aluno tem uma aprendizagem passiva frente ao conteúdo apresentado. Na verdade, para que os novos conhecimentos sejam ancorados de forma correta no cognitivo do aprendiz, o número de atividades que possibilitem isso, deve ser cada vez maior e que além de promover a captação de significados possam focar na diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Por ser capaz de dar liberdade ao aprendiz no processo de aquisição do conhecimento fazendo-o protagonista, na busca pelo saber, a aprendizagem por descoberta se torna mais dinâmica, embora não seja o único meio para se chegar à aprendizagem significativa e nem seja sinônimo dela (SILVA, 2018).

Nesse sentido, o presente trabalho pretende promover a aprendizagem por descoberta quando opta por planejar atividades e situações-problema que, estimulem a participação dos estudantes e deem suporte a construção do novo conhecimento que deve ser ancorado na estrutura cognitiva deles.

Retornando à Aprendizagem Significativa, em suas pesquisas Ausubel distingue três tipos de AS: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições).

Na aprendizagem representacional o conceito ou informação presente no cognitivo do educando se agrega ao significado de símbolos. A aprendizagem conceitual exige por parte do aprendiz uma maior abstração de um conceito somente a partir de uma sentença ou palavra; já a aprendizagem proposicional é centrada em aprender o significado não de palavras isoladas, mas de ideias em forma de proposição.

Quanto à forma, a aprendizagem significativa classifica-se em: i) subordinada; ii) superordenada e iii) combinatória.

i) Aprendizagem subordinada: ocorre quando novos conhecimentos potencialmente significativos, adquirem significados através de um processo, de ancoragem cognitiva interativa, em conhecimentos prévios mais gerais e inclusivos presentes na estrutura cognitiva.

Por exemplo, se o indivíduo, já possui na cabeça uma ideia formada do que seja uma escola, embora existam diferentes tipos de escola (privadas, públicas, profissionalizantes e etc) seus conceitos serão facilmente aprendidos por ancoragem e subordinação à ideia inicial de escola (MOREIRA, 2012).

ii) Aprendizagem superordenada: ocorre através de processos de abstração, indução e síntese, que conduz a novos conhecimentos que acabam por subordinar os que lhes deram origem. Se o aprendiz não tem uma ideia formada do que seja uma escola, mas consegue aprender significativamente o que é uma escola pública, uma escolar militar, enfim, ela pode fazer uso do raciocínio indutivo para que na busca por semelhanças e diferenças possa chegar ao conceito de escola.

iii) Aprendizagem combinatória: acontece quando a nova informação ganha sentido devido a interação com conhecimento amplo já existente na estrutura cognitiva, não sendo nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais.

Moreira (2016) destaca como exemplo o fato de o aluno ter que aprender o que significa força de campo, daí não é suficiente saber o que é força e o que é campo, é preciso de um conhecimento a mais para a completa compreensão.

2.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

A forma como o conhecimento vem sendo apresentado em sala de aula, vem reforçando o papel centralizador do conhecimento na pessoa do professor e fazendo dos alunos meros escravos da aprendizagem mecânica, na qual as informações são memorizadas até a avaliação de aprendizagem e depois esquecidas.

Pensando em contribuir para a mudança dessa realidade Moreira (2011) propõe a utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que são sequências didáticas, fundamentadas teoricamente na aprendizagem significativa.

Ausubel (2003) ressalta que para verificar se houve aprendizagem significativa deve-se inicialmente, traçar estratégias de verificação de conhecimentos prévios e em seguida desenvolver materiais com uma sequência lógica de conceitos, objetivando que os discentes consigam atribuir significados a eles.

A esses materiais de ensino que buscam facilitar a aprendizagem significativa dá-se o nome de material potencialmente significativo (MPS).

Na aplicação das UEPS o papel do professor é criar situações - problema, organizar e mediar o processo de captação de significados pelo aluno. Para isso, é de fundamental importância, um momento de planejamento das atividades a serem desenvolvidas na sequência didática, já que essas atividades servirão de motivação para o aluno, tendo em vista que a predisposição do aluno em aprender é uma das condições essenciais à promoção da aprendizagem significativa.

As atividades propostas durante a UEPS devem ainda promover a reconciliação integradora e a diferenciação progressiva, sempre motivando a interação social e o trabalho em equipe, permitindo que o aluno formule as suas próprias situações-problema bem como desenvolva suas soluções (MOREIRA, 2011).

Na construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa, Moreira (2011) destaca os seguintes passos:

1º Passo (situação inicial): consiste na escolha do conteúdo a ser abordado e na definição dos procedimentos e recursos didáticos adequados ao nível de ensino.

2º Passo (situações-problema): nesse segundo passo o aluno deve se deparar com situações criadas pelo professor, que lhe possibilite expor os conhecimentos prévios sobre o conteúdo a ser estudado existente na sua estrutura cognitiva.

3º Passo (encontro de revisão): após ter identificado os conhecimentos prévios deve-se apresentar novas situações-problema em nível introdutório em uma aula expositiva, em que o aluno possa participar ativamente das discussões.

4º Passo (diferenciação progressiva): ainda segundo Moreira (2011) depois de situações iniciais deve-se levar o aprendiz à diferenciação progressiva do conhecimento apresentado, introduzindo – o em grau mais elevado e partindo da visão geral para aspectos mais específicos do conteúdo.

5º Passo (reconciliação integradora): nesse quinto passo deve-se continuar o estudo do conteúdo, através da apresentação de situações-problema em maior grau de complexidade e quando preciso, retornar aos aspectos mais gerais possibilitando assim a reconciliação integradora.

6º Passo (atividades colaborativas): concluir a exposição do conteúdo, dando sequência ao processo de diferenciação progressiva, promovendo a reconciliação integradora ao retomar aspectos relevantes do conteúdo em estudo, sempre que necessário. Nesse passo, além de tratarmos de atividades de nível mais alto de complexidade que as anteriores, Moreira (2011) propõe ser trabalhadas atividades colaborativas, objetivando promover as discussões em grupo mediadas pelo professor.

7º Passo (avaliando a aprendizagem): essa avaliação deverá ser feita, no decorrer do processo da intervenção pedagógica de aplicação da UEPS, através de registros que evidenciem a ocorrência de aprendizagem significativa do conteúdo em si.

8º Passo (avaliação da UEPS): aqui a UEPS é analisada quanto ao seu potencial em promover a aprendizagem significativa. É um momento de se fazer ajustes e adaptações necessárias a realidade dos aprendizes, baseada nas sugestões e críticas feitas pelos discentes.

Moreira (2011) destaca ainda que em todos os passos, devem ser usados materiais e estratégias que privilegiem o questionamento, o diálogo e a crítica. Que o aprendiz possa, além de desenvolver considerações diante as atividades propostas, criem autonomia ao propor ele mesmo suas próprias situações-problema baseadas no conteúdo em específico.

2.3 ALGUMAS METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Dentre as atividades que propomos na nossa UEPS, está o método de Estudo de Casos. Como veremos na descrição da intervenção pedagógica, ele foi proposto para incentivar os alunos na análise de situações, que os aproxima da sua realidade ao passo que os estimula a aprender de forma significativa, inserindo o conteúdo que se pretende ensinar e atribuindo sentido à ele.

O método de Estudo de Casos consiste numa variação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) com origem da Escola de Medicina da Universidade de Mc Master, no Canadá, por volta do final dos anos sessenta. O ABP foi difundido pelas faculdades de medicina de vários países visto que inicialmente, era voltado exclusivamente para formação de profissionais da área médica (SÁ e QUEIROZ, 2007).

Para Silva et al. (2011) o método de estudo de casos traduz-se na utilização de situações-problema reais comumente vivenciadas pelos sujeitos, que neles despertam durante as suas resoluções, o senso crítico e a tomada de decisões.

Tomaz (2019) acrescenta que, para que o aluno possa compreender a relevância do conteúdo estudado e atribuir significado a ele, é importante considerar o meio social no qual o indivíduo está inserido. Desse modo, os alunos podem estabelecer relações dentro do assunto que estão estudando e abandonar o papel de coadjuvante no seu processo de aprendizagem.

Após o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e diante do potencial didático dos estudos de caso, optamos por elaborar um caso, como forma de introduzir o conteúdo das representações das funções constantes e das funções de 1º grau, como as horárias da posição para o MRU e a da velocidade para o MRUV.

Seguindo com a descrição das metodologias incorporadas na UEPS, apresentamos outro recurso didático utilizado neste trabalho: um vídeo, exibido aos alunos em um dos encontros da sequência de ensino.

Este recurso tecnológico, adequa-se a lista de objetivos gerais para o ensino fundamental traçados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Os alunos desse nível de ensino devem estar aptos à entre outras habilidades, saber usar fontes de informação e recursos tecnológicos que possibilitem a construção do conhecimento (BRASIL, 1997).

Concordamos com Vicentini e Domingues (2008) quando apontam, que um dos motivos para os profissionais da educação enfrentarem tantas dificuldades em incorporar a tecnologia audiovisual no ambiente educacional, é o fato de desconhecerem o potencial dessa mídia no processo de aprendizagem.

Para Muchenski e Beilner (2015), o uso dos vídeos em sala de aula expõe os alunos a conteúdos que comumente são trabalhados da forma tradicional. Inicialmente projetado para divulgar o cinema, o vídeo atualmente, tornou-se fundamental na popularização da linguagem audiovisual pela facilidade do seu uso (MANDARINO, 2002).

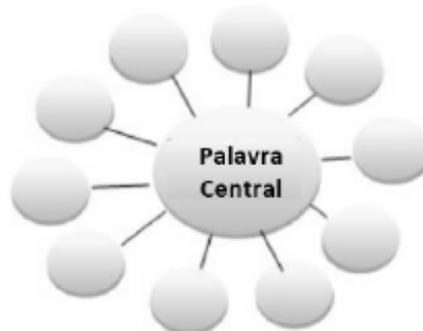
Nessa perspectiva, Pereira (2008) caracteriza o vídeo como uma ferramenta que facilita a exploração de determinados fenômenos e conceitos, ocasionando uma melhor compreensão por parte do aprendiz.

Vale ressaltar que para essa pesquisa, o vídeo elaborado tinha como objetivo além de reproduzir situações-problema reais, promover discussões e interação com os outros recursos da proposta e não apenas reproduzi-lo por reproduzir.

Outra estratégia utilizada na sequência de ensino para promover a aprendizagem significativa, foi a elaboração de mapas mentais, para posterior apresentação e discussão em grupo. Segundo Buzan (2009), inglês idealizador dos mapas mentais na década de 70, eles são recursos facilitadores do armazenamento de informações no cérebro, por se beneficiarem das habilidades dele.

Stefenon et al. (2019) definem mapa mental como sendo a representação esquemática, da relação existente entre informações. Os autores ainda apresentam definições para Mapa Mental Livre, que é quando o indivíduo pode fazer associações, diante de uma palavra colocada no centro de uma folha, como podemos ver na Figura 2.1:

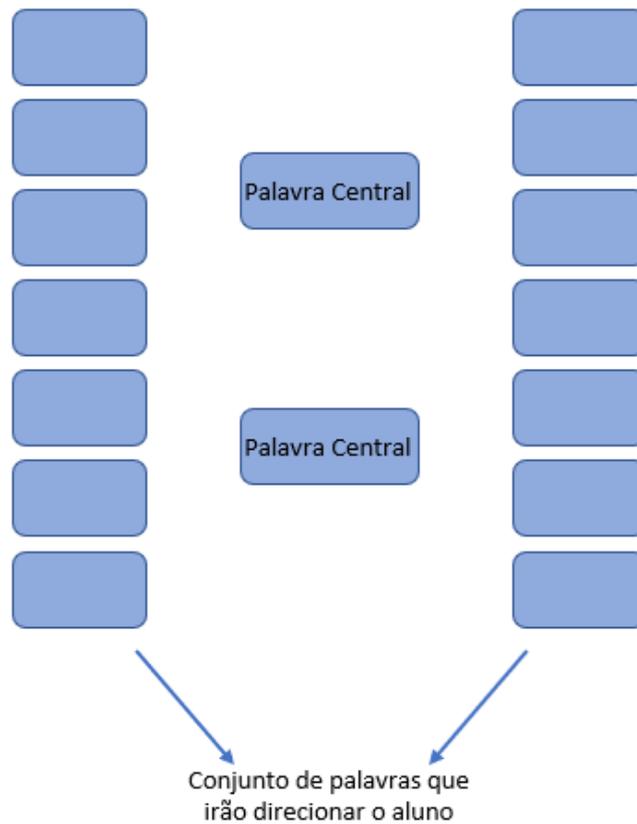
Figura 2.1 – Mapa Mental Livre



Fonte: Stefenon, 2019

e para o Mapa Mental Direcionado (Figura 2.2) que além da palavra no centro, são sugeridas sentenças para que o aluno possa estabelecer relações com a ideia central.

Figura 2.2 – Mapa Mental Direcionado



Fonte: Stefenon, 2019

Usar símbolos, equações e imagens com relação direta com o assunto abordado, são técnicas capazes de enriquecer os mapas mentais e permitir a verificação do nível de domínio dos alunos.

Quanto à inclusão dos jogos educativos na unidade de ensino potencialmente significativa, sugerimos a sua realização confiantes em seu potencial motivacional e lúdico.

Jesus e Jardim (2017) consideram esses jogos como ferramentas didáticas, que surgem como alternativa no processo de ensino – aprendizagem dos alunos, facilitando a aquisição do conhecimento diante do ensino tradicional, apoiado na memorização e na repetição de informações, tão presente nas salas de aula.

Os jogos educativos são caracterizados como motivadores por apresentarem desafios e despertarem a curiosidade do indivíduo. No seu decorrer, o aluno é incentivado a resolver

problemas de forma mais instigante e diferente da que está acostumado, desenvolvendo assim novas habilidades cognitivas (PEREIRA, 2008).

Gomes e Friedrich (2001) relembram que a inserção dos jogos no ambiente educacional demorou a ser efetivada, pois não era considerada importante para o desenvolvimento formativo da criança e não se pensava num emprego didático para tal ferramenta.

O que pode ser visto como um ponto negativo na aplicação dos jogos, é a competitividade. Rahal e Luz (2009) alertam para o aparecimento de atitudes não condizentes com o propósito do jogo e que acabam por ocasionar descontentamentos e sensação de frustração nos alunos, cabe ao professor fazer a condução da atividade para que isso seja minimizado.

Para finalizar a abordagem das atividades inseridas no nosso produto, trouxemos um procedimento experimental como recurso didático, para o estudo da representação gráfica da função horária da posição do MRUV.

Com o ensino de Ciências marcado pela transmissão de conteúdos em sua forma final, a experimentação surge extremamente importante para o processo de ensino, embora não possa se configurar como a solução para a promoção da aprendizagem (PEREIRA, 2020).

Diante disso, é tarefa do professor propiciar um ambiente favorável à aprendizagem significativa, isto é, que possibilite aos alunos a ancoragem de novos conceitos aos já existentes na sua estrutura cognitiva e apresentem clareza quanto ao papel da experimentação no processo de ensino.

Para Júnior (2011) é através da abordagem experimental que o aluno é capaz de compreender um fenômeno físico e associá-lo à realidade na qual ele está inserido, além de reproduzir novamente o experimento sempre que achar necessário, até a aquisição do conhecimento.

Na área de Ciências muitos defendem a experimentação, com o objetivo de usá-la para despertar o interesse dos alunos e conseqüentemente melhorar os resultados no que se refere a aprendizagem (CASSARO, 2012). No entanto, as atividades experimentais devem fazer sentido na estrutura cognitiva do aprendiz e não apenas realizadas de forma meramente técnica.

A seguir, no terceiro capítulo, de acordo com o 1º passo de elaboração da UEPS, é feita a descrição do conteúdo a ser discutido na sequência de ensino: o movimento unidimensional e as representações gráficas das funções horárias do movimento retilíneo uniforme e do movimento retilíneo uniformemente variado.

3 REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DO MOVIMENTO

Neste capítulo, é apresentada uma revisão do estudo dos movimentos dos objetos em sua forma mais simples de abordagem (cinemática) sem considerar ainda o problema de como determinar o movimento que se produz numa dada situação física (dinâmica).

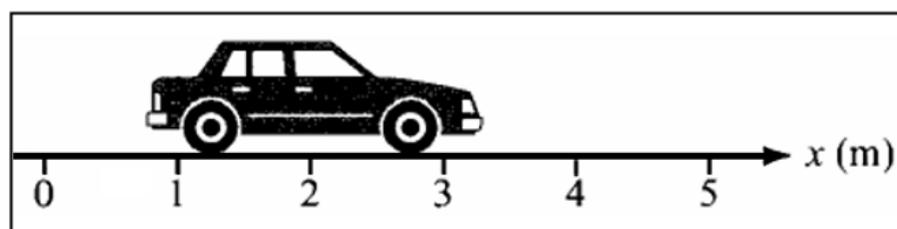
Para simplificar essa análise, nos limitaremos ao movimento em uma só dimensão – por exemplo, o movimento de um automóvel em linha reta ao longo de uma estrada. Este tipo de movimento é chamado de movimento unidimensional.

Considerado como um dos propósitos da física, estudar o movimento dos objetos tem sido a tarefa mais realizada por engenheiros, na verificação do desempenho de carros de corrida; por geólogos, na tentativa de prever terremotos analisando o movimento das placas tectônicas, pelos médicos, no processo de mapeamento sanguíneo de um paciente; por motoristas, que reduzem a velocidade para escapar de multas nas rodovias, entre outros muitos exemplos que só reafirmam que o mundo e tudo que nele existe, está sempre se movendo (HALLIDAY, 2009).

3.1 MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL

Para Nussenzveig (2002) é necessário para a descrição de um movimento, um referencial, que consiste em uma reta orientada, em que se escolhe a origem O ; e a posição de um corpúsculo em movimento no instante t é descrita pela abscissa correspondente $x(t)$. Podemos criar a seguinte imagem (Figura 3.1) para uma melhor compreensão, $x(t)$ é a posição na estrada no instante t , ocupada pelo automóvel em movimento ao longo da estrada.

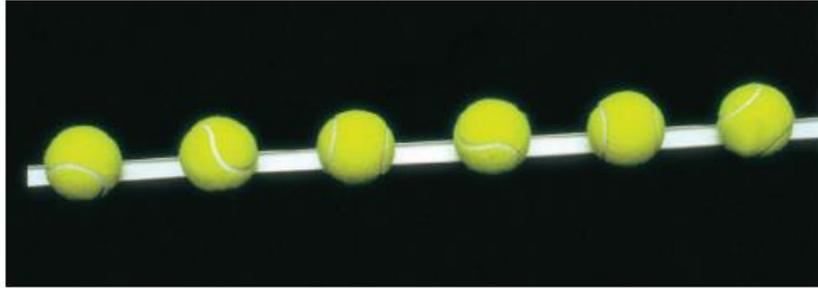
Figura 3.1 – Movimento unidimensional.



Fonte: Nussenzveig, 2002.

Podemos determinar $x(t)$, por exemplo, “congelando” a posição em cada instante de um objeto em movimento através de uma fotografia de exposição múltipla (Figura 3.2) em que o objeto é iluminado a intervalos de tempo Δt regulares por um “flash” rápido.

Figura 3.2 – Fotografia estroboscópica de uma bola de tênis em movimento uniforme ao lado de uma régua.



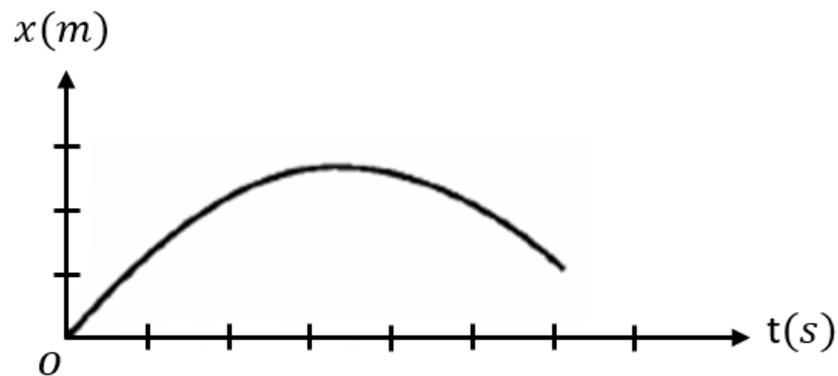
Fonte: Helou et.al, 2012.

Com os dados obtidos através desse procedimento, pode ser construída uma “tabela horária” do movimento do tipo

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

ou um gráfico do tipo:

Figura 3.3 – Gráfico de um movimento.



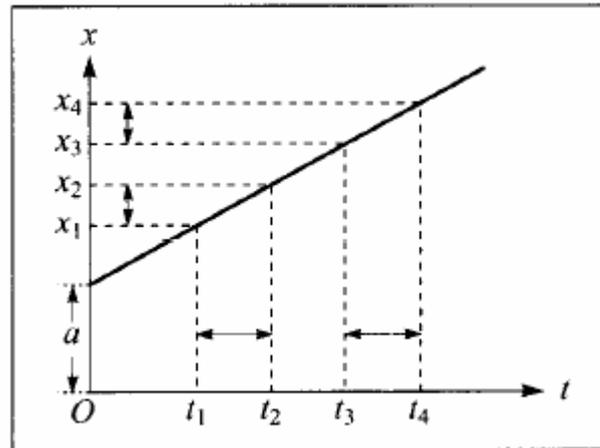
Fonte: Nussenzveig, 2002.

O movimento mais simples é o movimento uniforme, em que este gráfico é uma reta:

$$x(t) = a + bt \quad (3.1.1)$$

Esse movimento se caracteriza pelo fato de que percursos iguais $\Delta x = x_4 - x_3 = x_2 - x_1$ (Figura 3.4) são descritos em intervalos de tempo iguais $\Delta t = t_4 - t_3 = t_2 - t_1$.

Figura 3.4 – Gráfico de um movimento retilíneo uniforme.



Fonte: Nussenzveig, 2002.

A velocidade v do movimento é definida por:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (3.1.2)$$

ou seja, é a razão do deslocamento ao intervalo de tempo que ele leva para se produzir. Graficamente, v representa o coeficiente angular da reta no gráfico $x \times t$ ($v = b$ para a (3.1.1))

Dependendo do sistema de unidades adotado, a velocidade pode ser expressa em m/s, cm/s, km/h, entre outras. No Sistema Internacional de medidas (SI), adota-se o m/s. Entretanto, no dia a dia a unidade usual é o km/h. Note que v pode tomar tanto valores positivos como negativos; pela (3.1.2) $v < 0$ quando $\Delta x < 0$ para $\Delta t > 0$, ou seja, quando o movimento se dá no sentido dos x decrescentes.

Se aplicarmos a (3.1.2) tomando para t_2 um instante t qualquer e para t_1 o instante inicial t_0 , com

$$x(t_0) = x_0 \text{ (posição inicial)} \quad (3.1.3)$$

Obtemos a “lei horária” do movimento retilíneo uniforme:

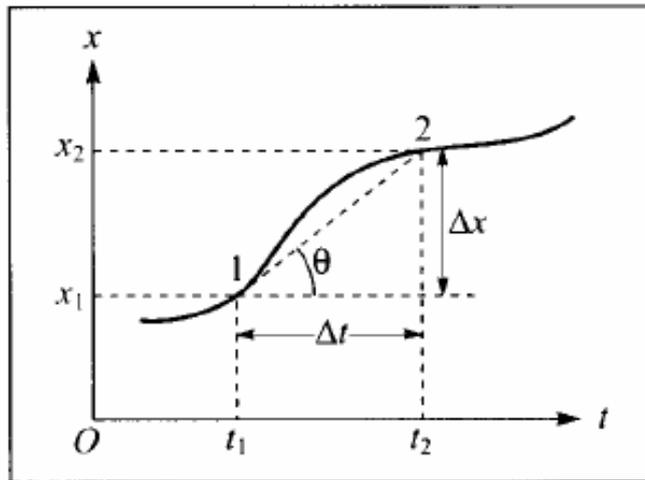
$$x(t) = x_0 + v(t - t_0) \quad (3.1.4)$$

Qualquer movimento retilíneo não-uniforme chama-se “acelerado”. Podemos estender a (3.1.2) a um movimento acelerado definindo $\bar{v}_{t_1 \rightarrow t_2}$ a velocidade média entre os instantes t_1 e t_2 , com $x(t_1) = x_1$, $x(t_2) = x_2$, $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta t = t_2 - t_1$, por:

$$\bar{v}_{t_1 \rightarrow t_2} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (3.1.5)$$

Que representa geometricamente, conforme vemos na Figura 3.5, o coeficiente angular ($= \operatorname{tg}\theta$) da linha que liga os extremos 1 e 2 do arco de curva correspondente no gráfico $x \times t$. A velocidade média entre t_1 e t_2 corresponde portanto à velocidade de um movimento uniforme que, partindo de $x(t_1)$ em t_1 , chegasse em $x(t_2)$ em t_2 .

Figura 3.5 – Interpretação geométrica da velocidade média.



Fonte: Nussenzveig, 2002.

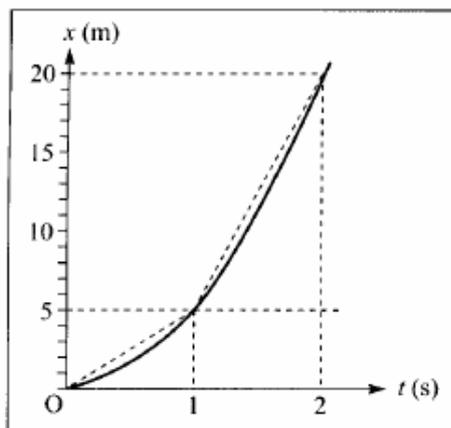
3.2 VELOCIDADE INSTANTÂNEA

Para entender a expressão matemática da definição da velocidade instantânea, consideremos o seguinte exemplo: na experiência de queda livre de uma bolinha o gráfico $x \times t$ tem a forma de uma parábola (Figura 3.6) ela move-se em obediência à

$$x(t) = 5t^2, \quad (3.2.1)$$

onde x está em m e t em s (unidades do SI).

Figura 3.6 – Velocidade média na queda livre.



Fonte: Nussenzveig, 2002.

O que queremos é determinar sua velocidade instantânea no instante $t = 1s$ para isso, calculemos a velocidade média (3.1.5) tomando $\Delta t = 1s, 0,1s, 0,01s$.

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

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

$$\left. \begin{aligned} \bar{v}_{0,99 \rightarrow 1} &= \frac{x(1) - x(0,99)}{1 - 0,99} = \frac{5,0000 - 4,9005}{1,00 - 0,99} = 9,95m/s \\ \bar{v}_{1 \rightarrow 1,01} &= \frac{x(1,01) - x(1)}{1,01 - 1,00} = \frac{5,1005 - 5,0000}{1,01 - 1,00} = 10,05m/s \end{aligned} \right\} \Delta t = 0,01s$$

como a parábola é uma curva côncava para cima, o coeficiente angular da linha que liga dois pontos da curva vai aumentando à medida que subimos na curva.

Fomos considerando novos valores de t_2 cada vez mais próximos de t_1 . Em linguagem matemática, dizemos que estamos fazendo t_2 tender a t_1 ou Δt tender a zero. Quando fazemos isso, x_2 tende a x_1 e Δx tende a zero. No entanto, o quociente $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ tende a $10 m/s$, como indicam os cálculos feitos. Assim, lembrando que quanto menor o intervalo de tempo menor é a variação que a velocidade pode sofrer, concluímos que esse valor $10 m/s$ corresponde à velocidade no instante $t = 1s$.

Para uma função $x(t)$, o limite

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{x(t_0 + \Delta t) - x(t_0)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{t=t_0} = \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t=t_0} \quad (3.2.2)$$

chama-se derivada de x em relação a t no ponto t_0 .

No exemplo acima da função (3.2.1), obtivemos:

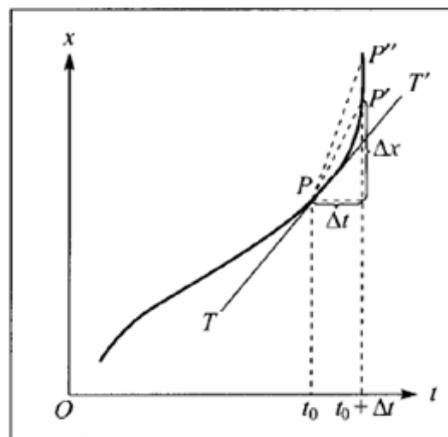
$$\left(\frac{dx}{dt} \right)_{t=1} = 10 \text{ em } (m/s)$$

A velocidade instantânea $v(t)$ num instante t qualquer, num movimento descrito por $x = x(t)$ é dado por:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} \quad (3.2.3)$$

Da mesma forma que a velocidade média, a velocidade instantânea também tem uma interpretação geométrica simples no gráfico $x \times t$. Temos que $\bar{v}_{t_0 \rightarrow t_0 + \Delta t}$ é o coeficiente angular da linha $\overline{PP'}$ que liga os pontos P e P' do gráfico associados aos instantes t_0 e $t_0 + \Delta t$ (Figura 3.5).

Figura 3.7 – Interpretação geométrica da derivada.

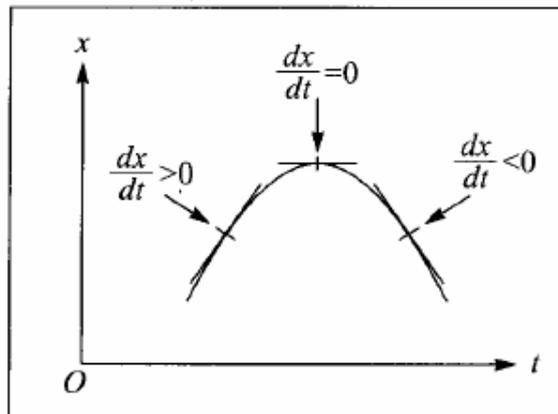


Fonte: Nussenzveig, 2002.

À medida que $\Delta t \rightarrow 0$, P' se aproxima de P e $\Delta x/\Delta t$ tende ao coeficiente angular da tangente $\overline{TT'}$ à curva no ponto P . Logo, a velocidade instantânea $v(t_0)$ representa o coeficiente angular da tangente ao gráfico $x \times t$ no ponto t_0 ; é o que se chama de “declive” da curva neste ponto. Está é também, de forma mais geral, a interpretação geométrica da derivada dx/dt ; ela mede a “taxa de variação” de x com t .

A interpretação geométrica da derivada mostra imediatamente (Figura 3.8) que $dx/dt > 0$ num ponto onde x está crescendo com t , $dx/dt < 0$ num ponto onde x está decrescendo com t e $\frac{dx}{dt} = 0$ quando a curva tem a tangente horizontal no ponto considerado (pode ser um máximo ou um mínimo ou um ponto de inflexão).

Figura 3.8 – Sinal da derivada.



Fonte: Nussenzveig, 2002.

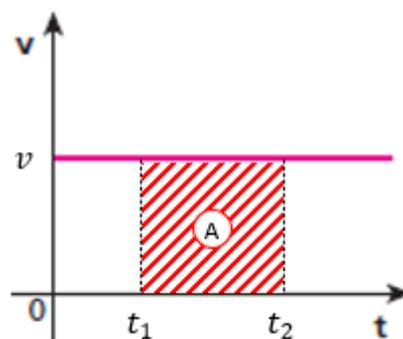
3.3 GRÁFICO DE $v \times t$

Frequentemente temos de resolver o problema inverso: conhecendo a velocidade instantânea $v(t)$ entre um dado instante inicial t_1 , e um instante final t_2 , calcular o espaço percorrido entre estes dois instantes, ou seja, $x(t_2) - x(t_1)$.

Se o movimento for uniforme, como na (3.1.4), a velocidade instantânea e a velocidade média são iguais, $v = \bar{v} = \text{constante}$, e o gráfico é uma reta paralela ao eixo das abscissas (Figura 3.7). Pela definição de velocidade média, o espaço percorrido entre t_1 e t_2 é:

$$\Delta x_{t_1 \rightarrow t_2} = x(t_2) - x(t_1) = \bar{v}_{t_1 \rightarrow t_2} (t_2 - t_1) = \bar{v} (t_2 - t_1) = v (t_2 - t_1) \quad (3.3.1)$$

Figura 3.9 – Espaço percorrido como área.

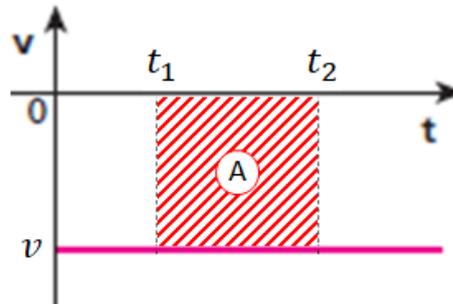


Fonte: Autoria própria, 2020.

que, conforme mostra a Figura 3.9, tem uma interpretação geométrica simples: é a área da porção do gráfico $v \times t$ situada entre o gráfico e o eixo das abscissas e limitada pelas ordenadas em t_1 e t_2 .

Note-se que a “área” assim definida pode ser positiva ou negativa, conforme seja $v > 0$ ou $v < 0$ (Figura 3.10), ou seja, uma área situada abaixo do eixo Ot tem de ser tomada como negativa $x(t_2) < x(t_1)$.

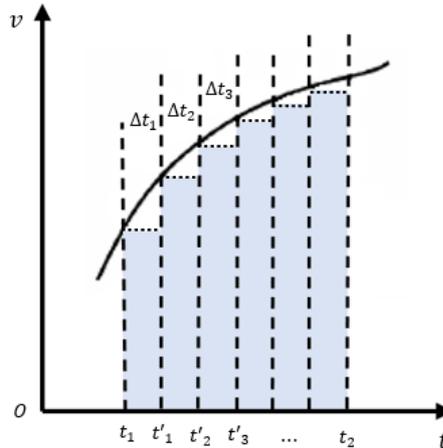
Figura 3.10 – Área negativa.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Consideremos agora um movimento não-uniforme, em que v é uma função qualquer de t (Figura 3.11).

Figura 3.11 – Divisão em subintervalos.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Imaginemos o intervalo $[t_1, t_2]$ subdividido em um grande número de pequenos intervalos de larguras $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \dots$ por pontos de subdivisão t'_1, t'_2, t'_3, \dots (Figura 3.11), onde $t'_1 = t_1 + \Delta t_1$; $t'_2 = t'_1 + \Delta t_2$; $t'_3 = t'_2 + \Delta t_3 \dots$ Se os intervalos Δt_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) forem suficientemente pequenos, a velocidade variará muito pouco em cada um desses intervalos, e podemos calcular a distância percorrida em cada um aproximando a velocidade média nele pela velocidade num de seus pontos, por exemplo, o extremo esquerdo de cada intervalo:

$$\Delta x_{t_1 \rightarrow t'_1} = x(t'_1) - x(t_1) = \bar{v}_{t_1 \rightarrow t'_1} \approx v(t_1) \Delta t_1$$

$$\Delta x_{t_1 \rightarrow t_2} = x(t'_2) - x(t'_1) = \bar{v}_{t_1 \rightarrow t_2} \approx v(t'_1) \Delta t_2$$

$$\Delta x_{t_2 \rightarrow t_3} = x(t'_3) - x(t'_2) = \bar{v}_{t_2 \rightarrow t_3} \approx v(t'_2) \Delta t_3$$

Somando membro a membro estas 3 relações, obtemos o deslocamento total entre t_1 e t'_3 :

$$x(t'_3) - x(t_1) \approx v(t_1) \Delta t_1 + v(t'_1) \Delta t_2 + v(t'_2) \Delta t_3$$

e é claro que, se prosseguirmos até t_2 , obteremos a soma das contribuições de todos os subintervalos em que $[t_1, t_2]$ foi dividido:

$$x(t_2) - x(t_1) = \sum_i v(t'_i) \Delta t'_i \quad (3.3.2)$$

Graficamente, conforme mostra a Figura 3.9, cada termo da soma é a área de um retângulo, e a soma (3.3.2) é a área compreendida entre o eixo Ot e uma linha poligonal “em escada” inscrita na curva $v \times t$ entre t_1 e t_2 .

A soma (3.3.2) se aproxima tanto mais do resultado exato quanto menores forem as subdivisões $\Delta t'_i$. Logo, no limite em que os $\Delta t'_i$ tendem a zero, devemos obter:

$$\begin{aligned} x(t_2) - x(t_1) &= \lim_{\Delta t'_i \rightarrow 0} \sum_i v(t'_i) \Delta t'_i \\ &= \text{área entre a curva } vxt \text{ e o eixo } Ot, \text{ de } t_1 \text{ a } t_2 \end{aligned} \quad (3.3.3)$$

O limite (3.3.3) é chamado de integral definida de $v(t)$ entre os extremos t_1 e t_2 , é representado pela notação

$$\lim_{\Delta t'_i \rightarrow 0} \sum_i v(t'_i) \Delta t'_i = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt \quad (3.3.4)$$

O símbolo \int de “integral” é uma deformação do S de “soma”; t_1 e t_2 são, respectivamente, o extremo inferior e o extremo superior da integral. A função $v(t)$ sob o sinal de \int chama-se o integrando. Note que t tem no integrando um papel análogo ao do índice i na soma (3.3.4): é a variável de integração, e pode ser representada por qualquer outra letra.

3.4 ACELERAÇÃO

Todos nós temos uma noção básica do que se trata o conceito de aceleração. Essa grandeza representa a medida da variação da velocidade. Por analogia com a (3.1.5), pode-se definir a aceleração média no intervalo $[t_1, t_2]$ por

$$\bar{a}_{t_1 \rightarrow t_2} = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3.4.1)$$

no SI a unidade de aceleração é o m/s^2 .

A aceleração média pode geralmente ser variável durante o movimento, e considerações análogas às da seção 3.2 levam-nos a definir a aceleração instantânea $a(t)$ num instante t por

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{v(t + \Delta t) - v(t)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \frac{dv}{dt} \quad (3.4.2)$$

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

Substituindo $v(t)$ na (3.4.2) pela (3.2.3), obtemos

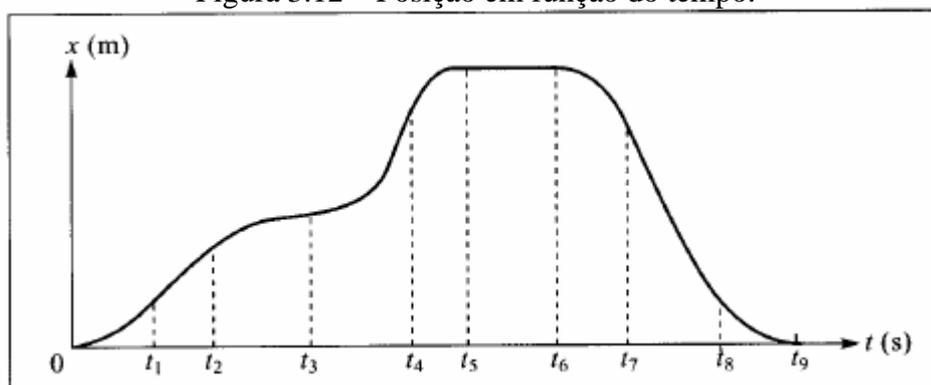
$$a(t) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (3.4.3)$$

onde introduzimos a definição de derivada segunda de x em relação a t , indicada pela notação $d^2 x/dt^2$.

A interpretação geométrica da derivada (seção 3.2) se aplica à (3.4.2): num gráfico $v \times t$, $a(t)$ é o coeficiente angular da tangente à curva no ponto correspondente ao instante t .

Podemos considerar o seguinte gráfico $x \times t$ (Figura 3.12) para representar o movimento de um automóvel.

Figura 3.12 – Posição em função do tempo.

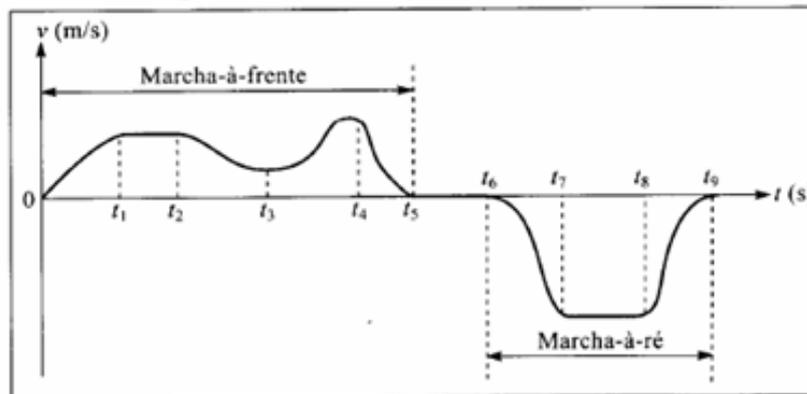


Fonte: Nussenzweig, 2002.

Note que o carro parte da origem em $t = 0$ e acaba regressando à origem em $t = t_9$.

Com o auxílio da interpretação geométrica da derivada como coeficiente angular da tangente à curva, podemos esboçar pelo menos qualitativamente o gráfico da velocidade instantânea (Figura 3.13) associada a esse movimento:

Figura 3.13 – Velocidade em função do tempo.

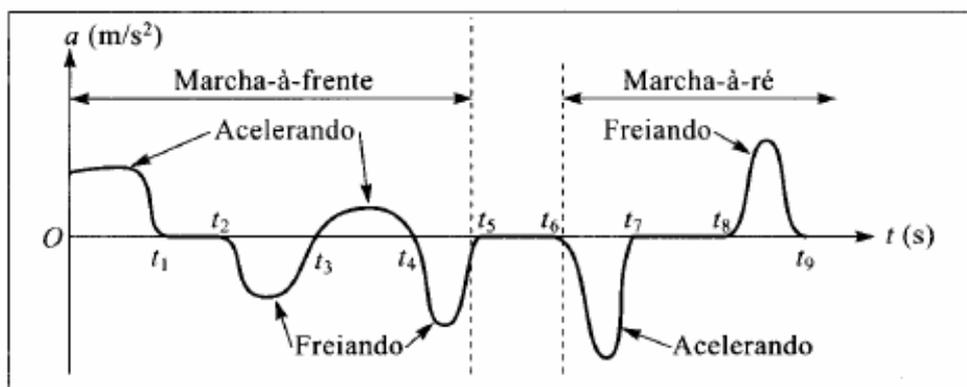


Fonte: Nussenzveig, 2002.

Como $x(t_9) - x(0) = 0$, a (3.3.3) implica que a área total entre a curva e o eixo Ot é $= 0$, ou seja, que a área positiva (acima do eixo) é exatamente cancelada pela área negativa (abaixo do eixo).

O gráfico da aceleração instantânea (Figura 3.14) se obtém de forma análoga do gráfico $v \times t$:

Figura 3.14 – Aceleração em função do tempo.



Fonte: Nussenzveig, 2002.

Aqui podemos determinar a variação de velocidade entre dois instantes, conhecendo $a(t)$. A solução se obtém imediatamente das (3.3.3) e (3.3.4), bastando trocar $x \rightarrow v$, $v \rightarrow a$:

$$v(t_2) - v(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \quad (3.4.4)$$

que também se interpreta graficamente em termos da área entre a curva de $v(t)$ e o eixo Ot . No exemplo acima, como $v(0) = v(t_5) = 0$, a área negativa abaixo de Ot entre $t = 0$ e t_5 deve cancelar exatamente a área acima de Ot (no gráfico $a \times t$), e o mesmo vale para o intervalo $[t_6, t_9]$.

3.5 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO

Um movimento retilíneo chama-se uniformemente acelerado quando a aceleração instantânea é constante (independente do tempo):

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = a = \text{constante} \quad (3.5.1)$$

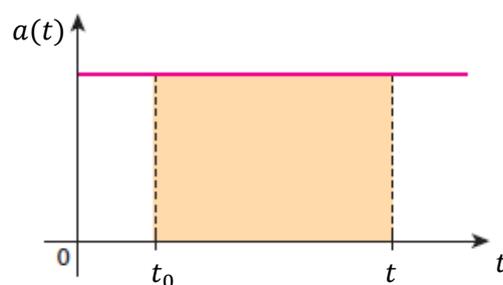
Para determinar a lei horária de um movimento uniformemente acelerado, consideremos o movimento durante um intervalo de tempo $[t_0, t]$, onde t_0 é o “instante inicial” (frequentemente se toma $t_0 = 0$).

A (3.4.4) dá:

$$v(t) - v(t_0) = \int_{t_0}^t a dt = a(t - t_0) \quad (3.5.2)$$

que é a área do retângulo hachurado na Figura 3.15 (compare com a (3.3.1)).

Figura 3.15 – Integração da aceleração.



Fonte: Autoria própria, 2020

O valor

$$v(t_0) = v_0 \quad (3.5.3)$$

da velocidade no instante inicial chama-se velocidade inicial. A (3.5.2) dá então

$$v(t) = v_0 + a(t - t_0) \quad (3.5.4)$$

Pelas (3.3.3) e (3.3.4),

$$x(t) - x(t_0) = \int_{t_0}^t v(t') dt' \quad (3.5.5)$$

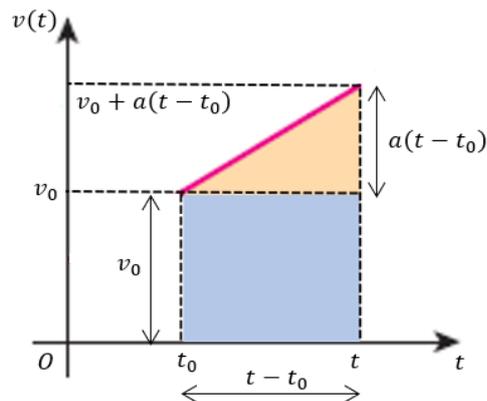
onde chamamos de t' a variável de integração para evitar confusão com t , o extremo superior da integral. A área do trapézio, conforme mostra a Figura 3.16, pode também ser calculada como a soma da área do retângulo sombreado, que é $v_0(t - t_0)$, com a área do triângulo sombreado, que é

$$\frac{1}{2} a(t - t_0) \cdot (t - t_0)$$

ou seja

$$x(t) - x(t_0) = v_0(t - t_0) + \frac{1}{2} a(t - t_0)^2 \quad (3.5.6)$$

Figura 3.16 – Integração da velocidade.



Fonte: Autoria própria, 2020

Analogamente à (3.5.3), definimos

$$x(t_0) = x_0 \quad (3.5.7)$$

como a posição inicial. A (3.5.6) dá então finalmente a lei horária do movimento retilíneo uniformemente acelerado,

$$x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (3.5.8)$$

em função dos valores iniciais x_0 e v_0 da posição e da velocidade no instante inicial t_0 . O gráfico $x \times t$ de um movimento uniformemente acelerado é uma parábola.

Frequentemente interessa também exprimir a velocidade no movimento uniformemente acelerado em função da posição x (em lugar do tempo t). Para obter esta expressão, vamos isolar $t - t_0$ na (3.5.4):

$$t - t_0 = \frac{v - v_0}{a}$$

Substituindo este resultado na equação (3.5.8), temos:

$$x - x_0 = v_0 \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{a}{2} \frac{(v - v_0)^2}{a^2}$$

Colocando o termo $(v - v_0)/a$ em evidência, temos:

$$x - x_0 = \frac{v - v_0}{a} \left(v_0 + \frac{v - v_0}{2} \right)$$

$$x - x_0 = \frac{(v - v_0)(v + v_0)}{2a}$$

$$x - x_0 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Isolando v^2 , obtemos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (3.5.9)$$

que é conhecida como equação de Torricelli.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 A PESQUISA

Este trabalho de pesquisa teve natureza aplicada, uma vez que se empenhou na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções.

O método de abordagem no qual está inserido é o qualitativo, pois foi dada ênfase apenas aos fatos e eventos que ocorreram durante a intervenção pedagógica. Gerhardt e Silveira (2009), afirmam que a pesquisa qualitativa se centra na compreensão das relações entre os indivíduos, preocupando-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados.

4.2 O PÚBLICO E O LOCAL DA INTERVENÇÃO

Esta pesquisa foi desenvolvida na Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental José Ricardo de Matos localizada no Sítio Ingá, zona rural do município de Russas - Ceará distante 165 km da capital Fortaleza.

A sequência didática foi aplicada entre os meses de março e maio de 2019 na única turma de 9º ano do ensino fundamental da escola, com turno pela manhã, com 23 alunos (sendo 14 do sexo feminino e 9 do sexo masculino) com idades entre 13 e 16 anos.

Os encontros com a turma durante a aplicação da UEPS ocorreram em contraturno. A coordenação pedagógica da escola cedeu a sala do laboratório de informática, única sala disponível no turno da tarde, e assegurou a participação dos alunos devido ser algo comum na escola, oferecer aulas de reforço e desenvolver atividades escolares nesse turno sempre contando com a presença de praticamente todos da turma, o que pôde ser comprovado pelo registro da frequência.

4.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para Gerhardt e Silveira (2009) coletar dados é buscar por informações que auxiliem o pesquisador a esclarecer fenômenos ou fatos alvos de uma investigação. Ainda segundo as autoras, como uma das etapas finais no processo de elaboração de uma pesquisa científica, a coleta de dados deve procurar responder aos seguintes questionamentos: O que coletar? Com quem coletar? Como coletar?

O primeiro questionamento refere-se a coleta de informações pertinentes e que são necessárias ao se testar hipóteses. O segundo, consiste na delimitação do campo de análise, como por exemplo a quantidade de indivíduos, o período, a instituição. A terceira questão faz referência as técnicas e aos instrumentos de coleta utilizados na investigação.

Neste trabalho, utilizou-se como principal instrumento de coleta de dados a observação participativa, onde o professor registra todos os eventos e situações relevantes ocorridas durante a intervenção pedagógica envolvendo-se com o objeto de pesquisa, motivando-o e ocupando o papel de mediador no processo de interação aluno-aluno e aluno-professor.

Inicialmente aplicamos um questionário de identificação dos conhecimentos prévios, para que a partir daí pudéssemos planejar as próximas atividades, adequando-as aos subsunçores. O questionário é um instrumento de coleta de dados com objetivo de levantar opiniões, expectativas e experiências vivenciadas.

As outras etapas da intervenção foram marcadas pela exposição das soluções dadas pelos aprendizes às situações-problema propostas pelo docente. Nesse momento, os alunos poderiam refletir sobre determinado questionamento e expor suas opiniões baseadas nas suas experiências cotidianas, tal reflexão pôde tornar-se uma evidência da ocorrência de aprendizagem significativa.

Nos últimos encontros da sequência de ensino, foram ainda analisados os mapas mentais elaborados pelos alunos, e os seus desempenhos durante a realização do jogo de tabuleiro e da atividade experimental elaborada pelo professor e estruturada em roteiro.

Por fim, um outro questionário, buscando a opinião dos alunos sobre a proposta e tentando verificar a assimilação dos conteúdos abordados, foi aplicado à turma. Todo o processo, desde a elaboração até a implementação da UEPS serão descritos na seção a seguir.

4.4. O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

A aplicação da proposta de UEPS destinada ao estudo das representações gráficas em cinemática foi dividida em duas etapas, sendo cada uma delas constituída por 3 encontros de 2h/aula (1h/aula equivale a 50 minutos) cada.

Antes de iniciar a primeira etapa, um momento de planejamento foi necessário para ser definido o assunto a ser abordado, o nível dessa abordagem e os recursos a serem utilizados durante a intervenção pedagógica.

Na primeira etapa, após a aplicação do questionário inicial que pretendeu verificar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, o conteúdo foi apresentado em nível introdutório através de várias situações-problema, com a finalidade de estimular os alunos na elaboração de suas próprias respostas baseadas em suas experiências cotidianas.

Na segunda etapa, foi enfatizada a participação dos alunos nas chamadas atividades colaborativas, que objetivam o trabalho em grupo e a construção conjunta de conhecimentos.

Ao fim da aplicação da UEPS, os alunos foram submetidos a responder outro questionário para que se pudesse checar o nível de retenção da mensagem passada durante a intervenção e saber quais das atividades desempenharam melhor esse papel.

O quadro abaixo traz as atividades propostas para cada encontro, bem como os objetivos que se pretende alcançar ao final de sua aplicação.

Quadro 1 – Sequência de realização das atividades

ENCONTRO	OBJETIVOS	ATIVIDADES PLANEJADAS
Momento de planejamento	- Organizar as atividades a serem desenvolvidas nos encontros.	- Escolha do conteúdo, recursos didáticos e materiais bibliográficos.
1º	- Apresentar a proposta e a metodologia de ensino que será utilizada. - Identificar os conhecimentos prévios sobre as representações gráficas e sua aplicabilidade.	- Apresentação da proposta. - Aplicação do questionário inicial. - Discussão do questionário aplicado.

		- Introdução do conteúdo mediante situações – problema.
2º	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar outras situações problemas agora baseadas nos conhecimentos prévios dos alunos. - Estabelecer os organizadores prévios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da aula anterior; - Continuação do conteúdo; - Leitura e discussão do caso.
3º	<ul style="list-style-type: none"> - Introduzir o conteúdo com um nível mais elevado de complexidade promovendo a diferenciação progressiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da aula anterior; - Exibição do vídeo que retrata o caso; - Análise do vídeo considerando a reconciliação integradora. - Exposição dialogada do conteúdo.
4º	<ul style="list-style-type: none"> - Estimular a criatividade e o diálogo entre alunos e professor; - Incentivar a participação e o engajamento dos discentes com a proposta. - Promover a reconciliação integradora. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos mapas mentais; - Apresentação dos mapas para socialização em grupo; - Realização do jogo de tabuleiro “de olho na pista”
5º	<ul style="list-style-type: none"> - Concluir a exposição do conteúdo, retomando aspectos importantes para a assimilação significativa do assunto abordado. - Reforçar a postura de mediador do docente no processo de socialização do conhecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de atividade experimental guiada por roteiro previamente elaborado; - Exposição e análise dialogada dos gráficos construídos pelos alunos.
6º	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar a aprendizagem dos discentes mediante a aplicação da UEPS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de questionário final.

	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar a aceitabilidade dos alunos para com a proposta de aplicação da sequência e a avaliação que fizeram das atividades propostas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das respostas dadas ao questionário; - Ouvir as impressões dos alunos ao final da aplicação da sequência.
Avaliação da UEPS	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar qualitativamente a evidência de aprendizagem significativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise qualitativa de evidências de aprendizagem significativa.

Fonte: Autoria própria, 2020

5 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E RELATO DOS RESULTADOS

Neste capítulo é apresentada a descrição das etapas de aplicação do produto. Na tentativa de refletir acerca da aprendizagem da Física, as discussões e análises foram feitas com base na observação, principalmente do comportamento dos alunos diante da proposta.

5.1 MOMENTO DE PLANEJAMENTO

O primeiro passo na preparação da intervenção pedagógica, foi a definição do conteúdo a ser trabalhado na UEPS através da verificação da aplicabilidade, de determinado assunto no dia a dia do aprendiz. Na sequência, listamos os recursos a serem utilizados na identificação dos conhecimentos prévios; na elaboração das situações-problema propostas durante a aplicação da sequência e estipulamos um tempo necessário para a realização de cada atividade.

Devido à falta de laboratório didático de Física na escola, a realização das atividades experimentais, ocorreram no laboratório de Física da FAFIDAM. Foram preparados ainda nesse período, vídeos, textos e demais materiais impressos como questionários e roteiros.

5.2 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS.

1º Encontro

No dia 20 de março de 2019 (quarta-feira), a intervenção pedagógica foi iniciada com a apresentação da proposta e seus objetivos. A princípio, os alunos se mostraram um pouco acanhados com essa nova metodologia, porém, depois dessa conversa inicial, eles se comprometeram a participar das atividades até mesmo por curiosidade.

Esse encontro é uma das principais etapas da aplicação do produto, pois objetiva o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos uma vez que, é a partir do subsunçor (conceitos relevantes preexistentes) que o novo conhecimento poderá se inserir na estrutura

cognitiva do aluno, possibilitando assim uma aprendizagem significativa. Para tanto, aplicamos um questionário inicial para explorar esses conhecimentos (Apêndice B).

Para esse momento da intervenção, destinamos uma aula, ou seja, 50 minutos e ao fim desse tempo recolhemos os questionários para uma avaliação posterior das respostas que será discutida mais adiante. Nos outros 50 minutos foi realizada em grupo, a discussão do questionário até como forma de apresentar o conteúdo em nível introdutório.

Foram apresentadas as definições de função e função constante, além da maneira de se representar graficamente esse tipo de função. Para exemplificar o estudo desse tipo de função partimos para a cinemática, usando a classificação dos movimentos em movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado.

Na representação gráfica da velocidade em função do tempo para o MRU, chamamos atenção para o fato, da velocidade ser uma grandeza constante no tempo e a área sob a curva ser numericamente igual, ao deslocamento durante certo intervalo de tempo. Já no gráfico da aceleração em função do tempo do MRUV, atentou-se para o fato da aceleração ser constante com o tempo, além da área sob a curva ser numericamente igual a variação de velocidade sofrida pelo móvel, em determinado intervalo de tempo.

Ao final desse encontro, os alunos puderam conhecer outra forma de representar a relação existente entre duas grandezas, como a velocidade e o tempo, através do gráfico de uma função constante, e ainda se certificar do que os cálculos das áreas sob as curvas, representam em cada movimento.

Num momento extraclasse, foram analisadas as respostas dadas ao questionário. No primeiro encontro, 17 alunos se fizeram presentes, dentre eles 10 do sexo feminino e 7 do sexo masculino.

A primeira pergunta teve a intenção de verificar se houve algum contato do aluno com o estudo das funções polinomiais, com forma algébrica do tipo $y = 2x + 1$. Embora a grande maioria (15 alunos), tivesse assinalado que já estudaram esse conteúdo anteriormente, na segunda questão, apenas 4 alunos conseguiram identificar corretamente quem seriam as variáveis dependentes e independentes, 2 alunos erraram e 11 não responderam. Essa dificuldade tornou-se mais evidente quando na 3ª questão, nenhum aluno conseguiu expressar com palavras uma definição para função.

Na representação cartesiana da 4ª questão, pedia-se a identificação dos eixos (abscissas e ordenadas) e do que seria um par ordenado. Apenas um aluno conseguiu fazer essa análise, enquanto os demais não responderam. Aqui, ficou evidenciada a dificuldade dos alunos em assimilar as nomenclaturas usadas para os eixos por exemplo.

Na quinta questão, quando questionados sobre a familiaridade com os gráficos da função constante, da função de 1º grau e da função de 2º grau boa parte dos alunos consultados (12 alunos), disseram já ter visto essas representações gráficas, enquanto o restante (5 alunos) não se sentiram familiarizados. Contudo, na associação de qual função corresponde a qual gráfico, apenas 1 aluno fez a associação correta, 7 erraram e 9 não responderam.

Na 6ª questão queríamos saber se os alunos já tiveram oportunidade de estudar o conteúdo de gráficos como os da questão anterior. Uma quantidade de 8 alunos, afirmou reconhecer essas representações, enquanto 6, não recordam ter estudado esse assunto, 3 não responderam.

A última questão, tinha o objetivo de recolher, o máximo de definições possível do que o aluno entendia que seria um gráfico, apenas 5 alunos não responderam, apresentamos abaixo na Figura 5.1, algumas das respostas coletadas.

Figura 5.1 – Respostas de alguns alunos a última questão do questionário inicial

Questão 7: Escreva com suas palavras o que seria um gráfico.

Aluna 1: São conjuntos de informações sobre determinado assunto. Podemos ver eles sendo usados para mostrar o PIB dos países, população de um lugar e etc.

Aluno 1: É um tipo de representação de resultados.

Aluna 2: É uma representação de dados por meio de ilustrações.

Aluna 3: É a representação de algo através de linha, barras entre outros. Um gráfico possui várias classificações.

Aluna 4: São várias informações juntas que a partir delas chegamos a uma conclusão.

Aluna 5: É um tipo de ilustração para medir algo comparando as informações dadas.

Aluno 2: Gráfico é aquilo que cai em muitas provas, contendo: dados, informações e etc.

Fonte: Autoria própria, 2020

Podemos perceber com essa questão, que os alunos tem uma noção muito superficial sobre o que se trata um gráfico. No entanto, conseguiram elaborar umas definições apoiadas nas suas próprias experiências, alguns recorreram as ilustrações como linhas e barras, na tentativa de exemplificar os tipos de representações.

Com base nas informações coletadas com o questionário inicial, percebeu-se que os alunos reconhecem ter estudado o conteúdo de funções, e até funções horárias bem como as suas respectivas representações gráficas. Contudo, apresentaram dificuldades na interpretação gráfica e na elaboração de definições dentro do assunto abordado.

Quando abordadas as funções horárias em algumas situações-problema durante a discussão do questionário, pôde-se notar que alguns alunos as reconheceram, dando inclusive os nomes das grandezas envolvidas, como posição, velocidade, aceleração e tempo. Porém, a interpretação dos gráficos dessas funções mostrou-se um entrave para o entendimento completo do conteúdo.

5.3 ESTUDO DE CASO

2º Encontro

Realizado no dia 27 de março de 2019 (quarta-feira) o segundo encontro contou com um estudo de caso como principal recurso didático. Intitulado como *Maria e seu pé de feijão*, essa narrativa pode ser encontrada no produto educacional, no apêndice C deste documento.

Realizou-se a leitura do caso, disposto a seguir nas Figuras 5.2 (Parte 1) e 5.3 (Parte 2):

Figura 5.2 – Estudo de caso (Parte 1)

Maria e o seu pé de feijão

Na sexta-feira, último dia letivo da semana, a professora de ciências da turma de Maria propôs uma atividade prática e simples de ser executada. Cada aluno tinha a missão de acompanhar diariamente durante uma semana o crescimento de um pequeno pé de feijão. Eles receberam cada um, uma muda colocada em um recipiente, a tarefa era registrar o crescimento diário do pé de feijão e arrumar uma maneira de representar isso.

Ao chegar em casa a mãe de Maria realizou a primeira medida: - Filha, vamos usar essa régua para fazer a medição das alturas e esse bloco de anotações para registrar os dados obtidos.



Maria teve ainda a seguinte ideia: - Que tal elaborarmos uma tabela com os dias e as alturas medidas?

A mãe respondeu: - Excelente, faremos dessa forma então. Mas não esqueça de registrar a altura inicial que o pé de feijão possui que é de 6 cm, medida ao fim do primeiro dia.

Seguindo esse raciocínio, mãe e filha construíram ao final da semana a tabela abaixo:

De posse da tabela, a mãe de Maria diz: - E agora filha? Como faremos para representar a relação que existe entre os valores obtidos?

Depois de pensar um pouco e de consultar as anotações das aulas anteriores, Maria decide:

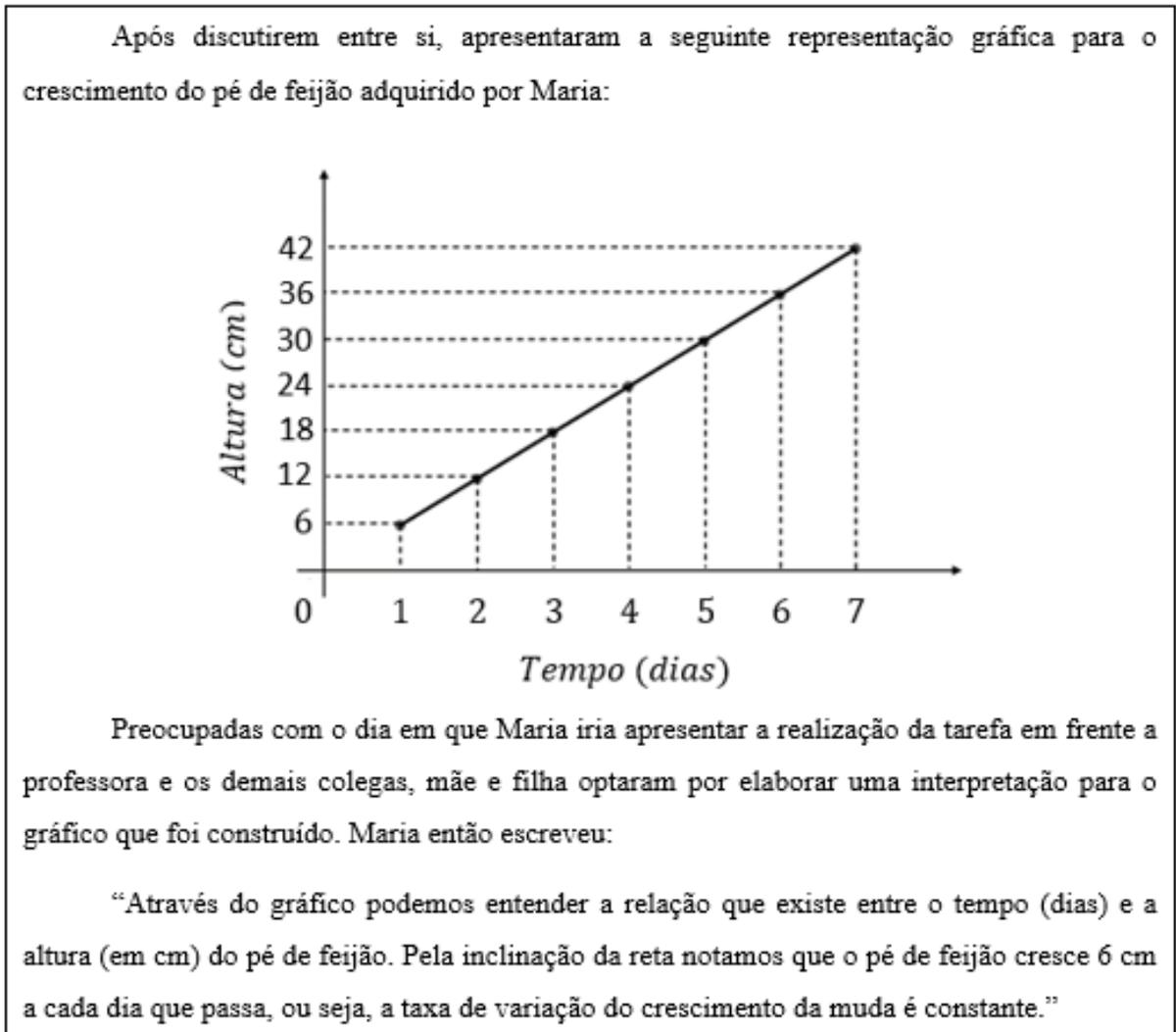
- Podemos construir um gráfico. Basta substituímos o eixo x por um eixo com os dias e o eixo y por um eixo com as alturas do pé de feijão e ligar os pontos que encontrarmos.

- Então vamos tentar. Respondeu sua mãe.

Dia	Altura
1º	6 cm
2º	12 cm
3º	18 cm
4º	24 cm
5º	30 cm
6º	36 cm
7º	42 cm

Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 5.3 – Estudo de caso (Parte 2)



Fonte: Autoria própria, 2020

Duas alunas se dispuseram a interpretar os personagens da história, Maria, a aluna estudiosa e dedicada na realização das tarefas escolares e sua mãe que sempre está disposta a auxiliá-la nos estudos. Por permitir a contextualização, essa estratégia pode enquadrar-se como parte de um material potencialmente significativo.

Após a leitura do caso, divididos em três grupos, os alunos responderam de forma escrita as questões que foram propostas, apresentando após uma breve discussão dentro do grupo, uma única resposta. Destaco a seguir, as questões, as respostas, as análises e os comentários acerca das mesmas.

Figura 5.4 – Respostas da primeira questão do estudo de caso.

Questão 01: *Com os dados coletados por Maria e dispostos na tabela, foi possível construir um gráfico que representou a taxa de variação do crescimento de um pé de feijão com o passar do tempo (dos dias). Como se comportou essa taxa de crescimento?*

Grupo 1: Em cada dia que passou o pé de feijão cresceu 6 cm.

Grupo 2: O quanto de altura que o pé de feijão aumentou por dia foi o mesmo.

Grupo 3: O pé de feijão crescia a mesma quantidade todo dia, o crescimento era uniforme.

Fonte: Autoria própria, 2020

Todos os grupos responderam corretamente a primeira pergunta, mesmo não usando uma linguagem adequada. Conseguiram através do gráfico, interpretar a relação existente entre a altura do pé de feijão e os intervalos de tempo.

O grupo 3, apresentou uma resposta mais próxima da utilizada para o que acontece no MRU: os móveis percorrem espaços iguais em intervalos de tempo iguais.

Para a segunda questão do estudo de caso, as respostas coletadas foram as seguintes:

Figura 5.5 – Respostas da segunda questão do estudo de caso.

Questão 02: *Caso a taxa de variação do crescimento do pé de feijão não fosse constante o que mudaria no gráfico? Se o pé de feijão murchasse de repente diminuindo seu tamanho durante a semana como seria uma possível configuração para o gráfico?*

Grupo 1: A reta iria para baixo representando a diminuição da altura do pé de feijão.

Grupo 2: Não seria mais um crescimento, mas sim uma queda.

Grupo 3: A figura inverteria mostrando a queda da reta.

Fonte: Autoria própria, 2020

Para a resposta dessa questão, ambos os grupos demonstraram dificuldade, em explicar com as palavras corretas o novo comportamento adquirido pelo gráfico. A classificação das funções em crescente ou decrescente mostrou-se não estar muito clara durante a interpretação dessa situação.

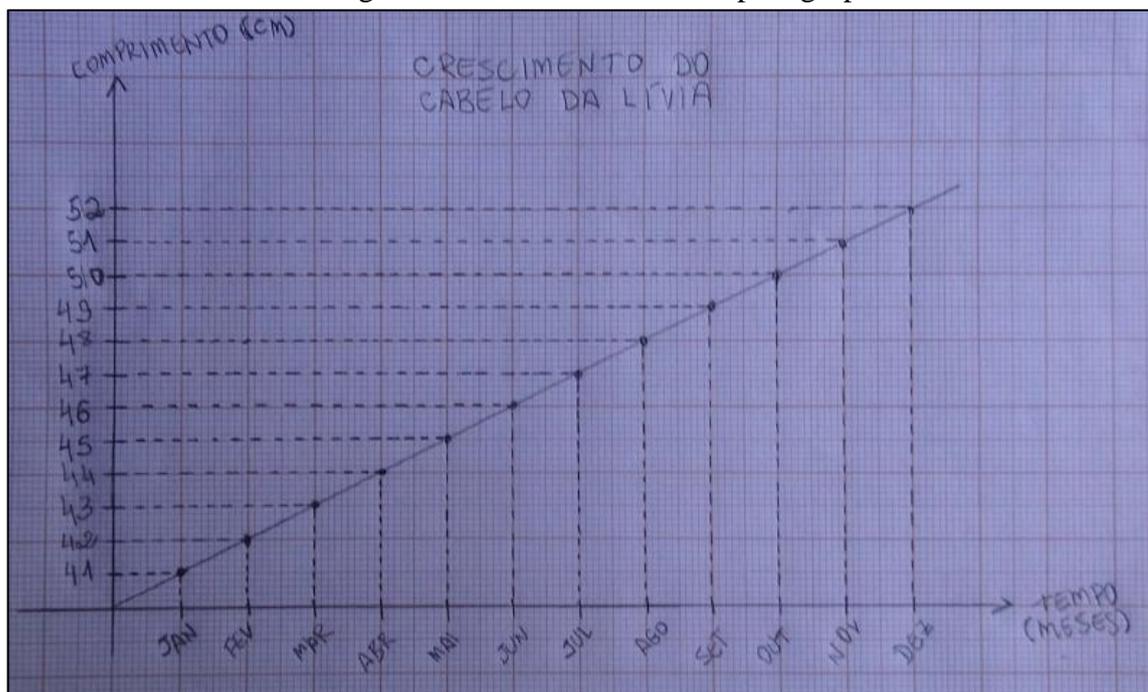
No entanto, o fato do crescimento do pé de feijão ter sido interrompido e ter ocorrido uma diminuição do tamanho da muda, foi verificado por todos os grupos.

Para a terceira questão, os alunos usaram a criatividade e escolheram as grandezas que gostariam de representar, construindo eles mesmos as suas ilustrações, como podemos ver nas figuras a seguir, ambas acompanhadas das suas respectivas interpretações, elaboradas também pelos alunos.

Questão 03: *Construa um gráfico baseado no de Maria escolhendo as grandezas que desejar. Em seguida escreva a sua interpretação para os dados fornecidos e a relação entre eles.*

A Figura 5.6 traz o gráfico elaborado pelo grupo 1, que optou por representar o processo de crescimento, do cabelo de uma colega da classe.

Figura 5.6 – Gráfico elaborado pelo grupo 1

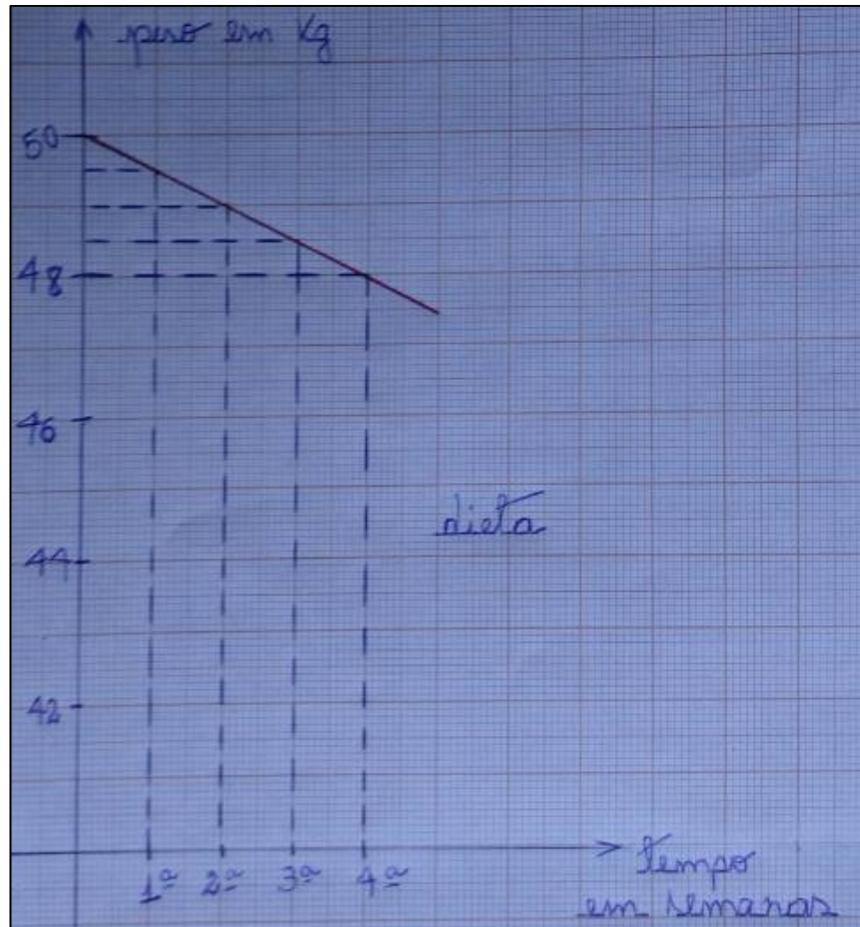


Fonte: Autoria própria, 2020.

Interpretação do Grupo 1: Nosso grupo criou um gráfico para mostrar o processo do crescimento mensal do cabelo de uma das meninas. Colocamos os centímetros no eixo y e os meses do ano no eixo x. A interpretação do nosso gráfico é a seguinte: por mês, ocorre um aumento de 1cm no comprimento final do cabelo da nossa colega. A gente colocou um comprimento inicial de 40cm para o cabelo dela.

A Figura 5.7 traz o gráfico elaborado pelo grupo 2, que teve a ideia de representar a dieta de uma pessoa durante um mês.

Figura 5.7 – Gráfico elaborado pelo grupo 2

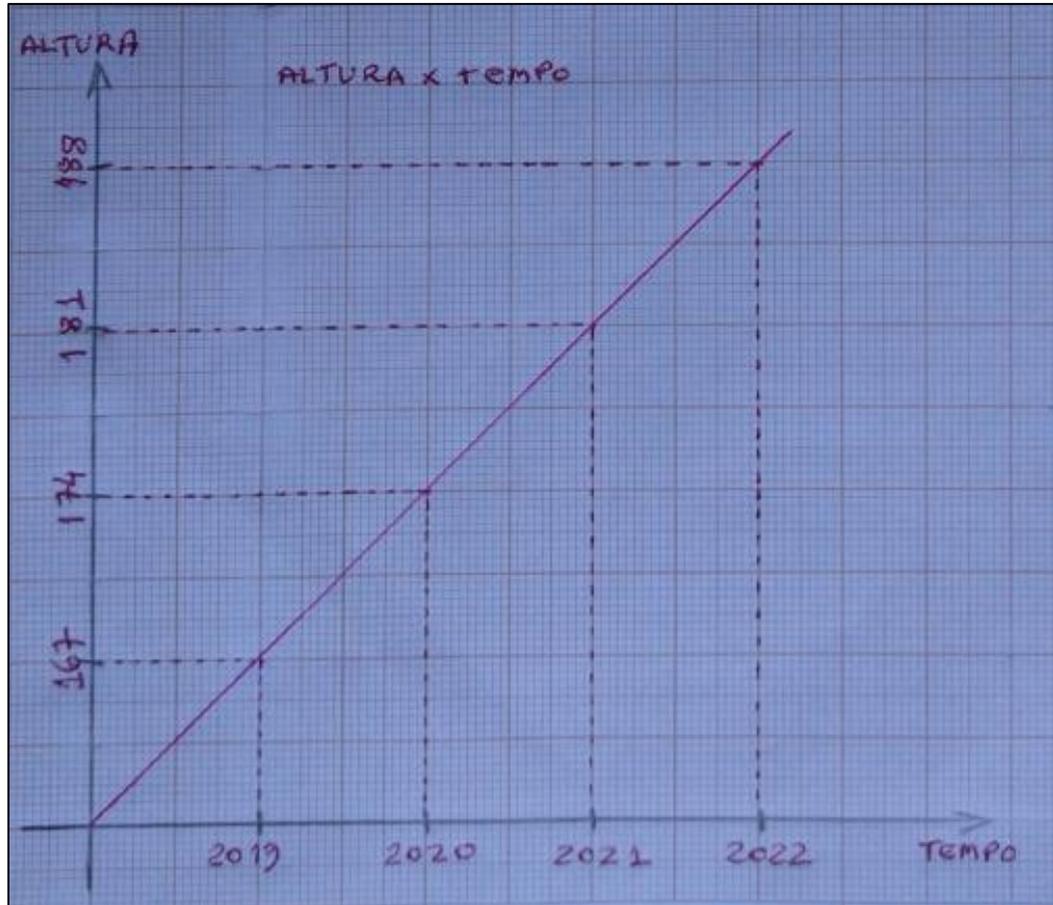


Fonte: Autoria própria, 2020.

Interpretação do Grupo 2: Nosso gráfico mostra o emagrecimento de uma pessoa durante um mês de dieta. No eixo x a gente colocou as 4 semanas do mês e no eixo y o peso perdido em kg. Aqui a gente mostrou um jeito diferente para o gráfico de Maria, pois a reta fica para outro lado, mostrando assim a perda de peso. Em cada semana a pessoa perdeu 0,5 kg, alcançando a marca de 48 kg ao final do mês. Lembrando que no início da dieta ela tinha 50kg.

A Figura 5.8 traz o gráfico elaborado pelo grupo 3, para representar o crescimento de um aluno entre os anos de 2019 e 2022.

Figura 5.8 – Gráfico elaborado pelo grupo 3



Fonte: Autoria própria, 2020.

Interpretação do Grupo 3: Como outro grupo usou o exemplo do peso, a gente escolheu a altura de uma pessoa para representar no nosso gráfico. A gente vê na interpretação dele que uma pessoa aumenta por ano, 7cm na sua altura. Esse ponto do início da reta representa 160cm, que é a altura da pessoa no final do ano de 2018. Daí, nosso gráfico é de altura (em cm) pelo tempo (em anos).

Essa última questão do estudo de caso, foi proposta para estimular os alunos na construção de suas próprias representações gráficas, mas principalmente na elaboração de uma interpretação para a relação entre os dados que eles propuseram.

Cada grupo, representado por um aluno, teve seu gráfico reproduzido no quadro e suas respectivas interpretações discutidas com os colegas dos demais grupos. Durante esse momento, todos chamaram a atenção para o grupo 2, que apresentou uma configuração gráfica

diferente da proposta no caso do início da aula, mas conseguiram criar uma interpretação compatível com os dados mostrados na figura.

O objetivo desse encontro era evidenciar o estudo das representações gráficas de funções do 1º grau, em especial, a função horária da posição para o MRU e da velocidade para o MRUV. Percebeu-se que, após a leitura do caso e a elaboração de seus próprios gráficos, os alunos conseguiram fazer interpretações, identificando quem eram os coeficientes linear e angular nas figuras por exemplo e mostraram-se mais seguros, tanto na elaboração como na apresentação dos gráficos.

5.4 AULA EXPOSITIVO-DIALOGADA E EXIBIÇÃO DE VÍDEO.

3º Encontro

No terceiro encontro, ocorrido no dia 04/04/19 parte do conteúdo foi apresentado de forma expositiva e dialogada. Inicialmente foi discutida a definição de função polinomial do 2º grau, os alunos foram orientados a reconhecer esse tipo de função e relacionar as diferenças encontradas entre as funções polinomiais do 1º e do 2º grau.

Discutiu-se alguns exemplos, para que os alunos não tivessem dificuldades em representar graficamente no plano cartesiano a função quadrática, e em identificar o vértice da parábola e suas raízes, quando de sua existência.

Em seguida, o estudo direcionou-se à função horária da posição para o MRUV, que também é uma função quadrática, para que os alunos pudessem apontar as mesmas características das funções usadas como exemplo anteriormente.

Ao final da aula, foi exibido um vídeo que retorna à Maria, a nossa personagem do caso, que agora, numa conversa com a sua professora, usa de todos os conhecimentos adquiridos nas aulas de ciências, para fazer uma espécie de revisão dos conteúdos abordados na UEPS. Esse vídeo foi elaborado com o Adobe After Effects, o aplicativo de composição criativa especializado em vídeo e animação. Graças à ele, os profissionais do cinema, a televisão e qualquer meio audiovisual podem criar animações, aplicar todo tipo de efeitos nas imagens em movimento ou trabalhar as três dimensões de seus vídeos. A Figura 5.9 traz um recorte de tela

do vídeo exibido, que se encontra disponível em <https://youtu.be/FpJsBGEyeWY> e com duração de 4:33 min.

Figura 5.9 – Vídeo exibido aos alunos.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Durante a reprodução do vídeo, os alunos identificaram um erro que passou despercebido no momento da gravação das vozes das personagens. No final do vídeo, a professora (personagem da cena) faz um comentário sobre como a velocidade se comporta no MRUV, e acaba dizendo, que nesse tipo de movimento ela se apresenta constante, o que não é verdade.

Esse fato nos evidencia um avanço no processo de aprendizagem deles, alguns chegaram a mencionar como forma de esclarecimento, as definições para o MRU e para o MRUV e afirmar, que para esse tipo de movimento o gráfico de $v \times t$ seria uma reta inclinada com o eixo dos tempos, aparentando assim estarem bem seguros de suas colocações.

Embora curto, o vídeo foi detalhadamente analisado pela turma. Foram feitas pausas durante sua segunda exibição, para que fossem discutidas as cenas entre as personagens. Como tradicionalmente os processos de ensino e aprendizagem apoiam-se nas linguagens verbal e escrita, utilizamos esse recurso audiovisual por acreditarmos na inserção de novas tecnologias na escola, como essa, que não substitui outros recursos, mas os complementa e se integra a eles.

5.5 ELABORAÇÃO DE MAPAS MENTAIS E REALIZAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO

4º Encontro

Realizado no dia 17/04/19, esse encontro foi subdividido entre a elaboração de mapas mentais e a realização de um jogo de tabuleiro, ambas estratégias utilizadas com o objetivo de facilitar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo em questão.

Em um primeiro momento, os alunos foram orientados novamente a formar 3 grupos como em aulas anteriores, e comunicados de que a atividade se tratava da elaboração de mapas mentais cujo tema central seria: gráficos das funções horárias.

Diante da proposta, todos os alunos demonstraram familiaridade com o uso dessa ferramenta, relataram que, em outras disciplinas costumavam elaborar mapas mentais e que eles auxiliavam na delimitação do conteúdo que estavam estudando. Os grupos entraram em um acordo e decidiram renomear o tema central dos mapas dessa atividade optando por: A física dos gráficos.

Na Figura 5.10, temos os alunos discutindo em grupo, a melhor forma para se abordar o conteúdo por meio de um mapa mental.

Figura 5.10 – Alunos em grupo, elaborando os mapas mentais.

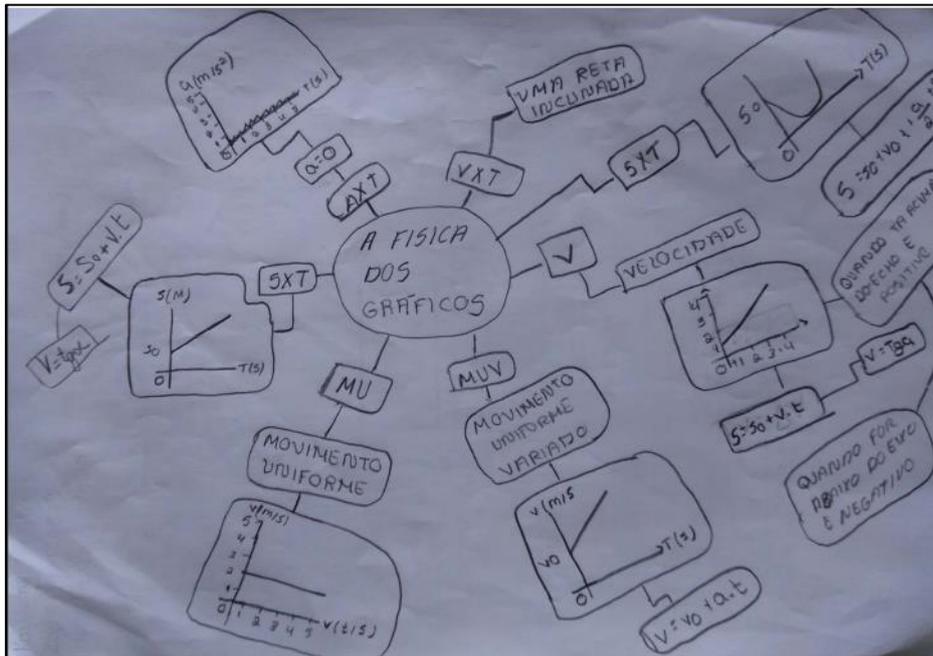


Fonte: Autoria própria, 2020.

Pelo fato de já terem utilizados essa ferramenta, os alunos não apresentaram dificuldades na tarefa. Apresentam-se adiante os mapas elaborados por cada grupo.

A Figura 5.11 é a do mapa mental elaborado pelo grupo 1, que optou por primeiramente distinguir movimento uniforme de movimento uniformemente variado, trazendo os gráficos da velocidade versus tempo ($v \times t$) para ambos os movimentos.

Figura 5.11 – Mapa mental elaborado pelo grupo 1

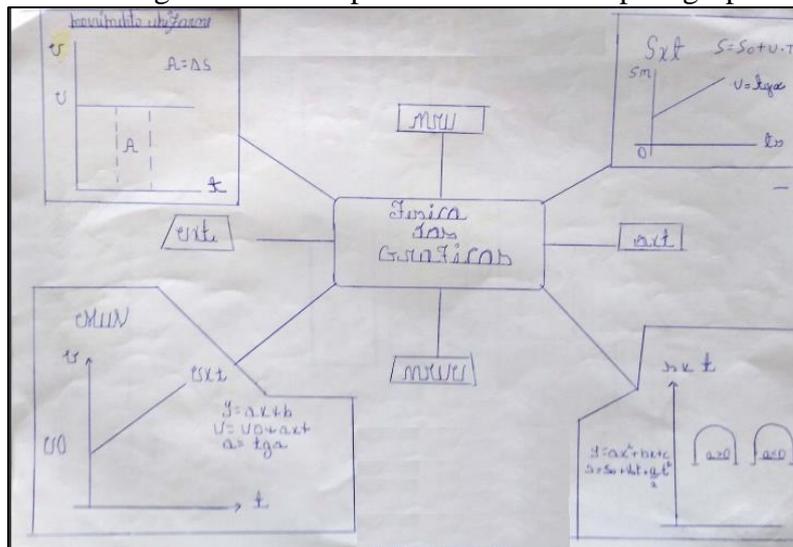


Fonte: Autoria própria, 2020.

Em seguida, traz a representação das funções horárias da posição, começando pelo movimento uniforme, atentando para o reconhecimento do coeficiente angular como sendo a velocidade escalar. No movimento uniformemente variado, a atenção esteve voltada para a concavidade da parábola, aparecendo ainda a representação da aceleração nula, com a reta sobre o eixo dos tempos, no gráfico de aceleração versus tempo para o MRU.

O mapa elaborado pelo grupo 2, trata apenas das representações gráficas da velocidade versus tempo e das funções horárias da posição. Chama a atenção que os alunos optam por escrever as formas algébricas das funções horárias, acompanhadas das formas algébricas das funções polinomiais de 1° e 2° grau, como se estivessem fazendo comparações entre ambas. O gráfico da aceleração em função do tempo não é citado, vejamos na Figura 5.12 o mapa fruto das discussões dentro do grupo 2.

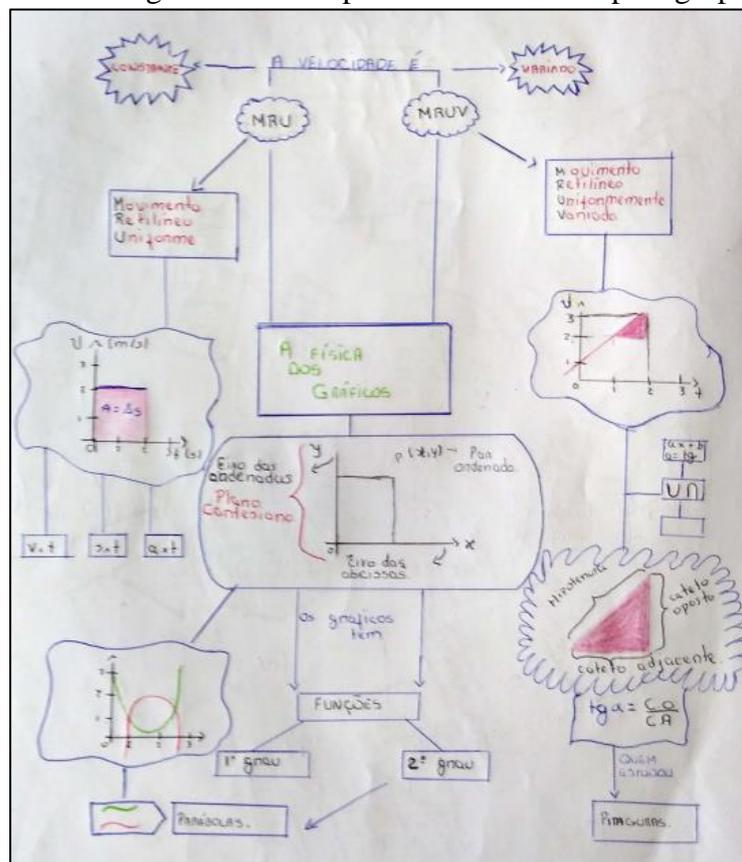
Figura 5.12 – Mapa mental elaborado pelo grupo 2.



Fonte: Autoria própria, 2020.

A Figura 5.13 traz o mapa mental do grupo 3, que aborda inicialmente o plano cartesiano com seus eixos e em seguida mostra as funções polinomiais de 1° e 2° grau. Surge também a classificação dos movimentos quanto à velocidade e apenas os gráficos de $v \times t$ são abordados tanto para o MRU como para o MRUV.

Figura 5.13 – Mapa mental elaborado pelo grupo 3



Fonte: Autoria própria, 2020.

Os alunos do grupo 3, ainda enfatizaram que a área sob a curva do gráfico $v \times t$ para o MRU é numericamente igual a variação de espaço percorrido no intervalo de tempo considerado, e que a tangente do ângulo de inclinação da reta no gráfico de $v \times t$ do MRUV é a própria aceleração escalar do movimento. Vale lembrar que, no apêndice D estão disponíveis duas propostas de mapas mentais, que foram expostos aos alunos no início dessa atividade, mas que não ficaram disponíveis para consulta.

Em geral, na análise feita dos mapas elaborados nessa atividade, percebe-se as diferentes maneiras que os alunos armazenam e organizam as informações. Nota-se ainda que não houve dificuldade em esboçar os gráficos que foram construídos apenas para ilustrar o conteúdo.

Utilizar uma ferramenta de aprendizagem como os mapas mentais, serviu para apoiar a apropriação dos principais aspectos abordados, e verificar as relações hierárquicas, estabelecidas entre as figuras e as equações por exemplo, e perceber como os alunos representam e organizam dentro da sua estrutura cognitiva, o que entenderam de determinado conteúdo.

Ao final da atividade, cada grupo escolheu um membro da equipe para explicar o mapa do seu grupo para toda a sala. Nesse momento, surgiram algumas sugestões de como melhorar a disposição das ideias de modo a atender o conteúdo de forma mais completa.

Na segunda parte da aula, finalizadas as apresentações dos mapas, os alunos dividiram-se em apenas 2 grupos denominados A e B. Foram comunicados que participariam de um jogo de tabuleiro estilo trilha com partida e chegada.

O jogo denominado “De olho na pista” simulava um percurso de casa para a escola, compostos por “casas” numeradas e que seriam ocupadas pelos carrinhos que representavam cada grupo. Determinadas “casas” continham perguntas envolvendo o tema central dos mapas mentais, avançaria quem acertasse a pergunta e obviamente, venceria aquele grupo, cujo carrinho cruzasse a linha de chegada primeiro.

Os materiais, o modo de jogar e demais regras do jogo estão dispostas no apêndice E. Alguns dos questionamentos com os quais os alunos se depararam foram os seguintes:

- A área sob a curva é numericamente igual ao ΔS , isso num gráfico de v versus t para o MRU?

- Na função horária da posição para o *MRU*, a tangente do ângulo de inclinação da reta é numericamente igual a: S_0 ou v ?

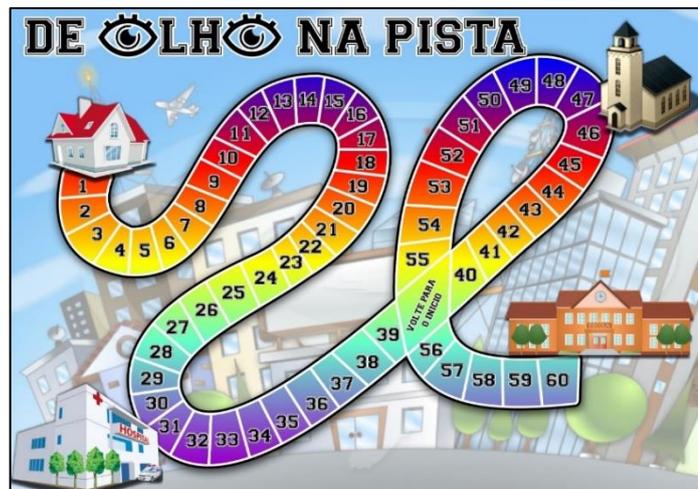
- A função horária da posição $S = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{g}{2} \cdot t^2$ do *MRUV* tem como gráfico uma parábola. Se a parábola tem concavidade voltada para cima a aceleração é positiva ou negativa? Se acertar avance uma casa.

Quando a resposta dada por uma equipe não era satisfatória, os componentes do outro grupo ficavam atentos aos erros, para que em sua vez conseguissem elaborar a resposta correta.

Durante as rodadas, os alunos sentiram-se mais à vontade em formular as respostas dentro da equipe, pois as atividades colaborativas como essa exigem que os alunos debatam e troquem ideias uns com os outros desenvolvendo o raciocínio crítico.

A Figura 5.14 é a representação em escala reduzida do tabuleiro do jogo que foi impresso em duas folhas de papel tipo A3:

Figura 5.14 – Jogo de tabuleiro “De olho na pista”



Fonte: Autoria própria, 2020.

Cada rodada era iniciada com um representante do grupo jogando um “dado” para se obter o número de casas a serem ocupadas. Ao ocuparem casas com perguntas, alguns alunos utilizaram quadro branco e pincel para responder os questionamentos.

Utilizar esse jogo como ferramenta no processo de aprendizagem promoveu o engajamento da turma por ser uma atividade mais atrativa e desafiadora que fez o aluno querer permanecer nela.

A cada pergunta, um membro diferente tentava respondê-la, isso deu oportunidade à todos de expor sua compreensão e as suas dificuldades. Alguns alunos se mostraram um pouco

envergonhados em usar o quadro ou falar em público, mas ao mesmo tempo queriam ajudar ao seu grupo a avançar na disputa e isso os motivava a participar. A Figura 5.15 mostra os alunos participando do jogo.

Figura 5.15 – Alunos participando da atividade com o jogo



Fonte: Autoria própria, 2020.

A atividade chegou ao fim com o grupo B tornando-se vitorioso. No outro grupo, que embora tenha perdido, percebeu-se que a sensação de frustração foi reduzida, diferentemente de quando o aluno realiza uma prova e que não se sai tão bem. Durante o jogo ambos os grupos focaram no estímulo a evolução e não à perfeição. Ainda no apêndice E estão as numerações das casas com a disposição de suas respectivas perguntas.

5.6 ATIVIDADE EXPERIMENTAL

5º Encontro

Devido a precária estrutura física da escola, o quinto encontro realizado no dia 25/04/19 ocorreu na FAFIDAM mais precisamente no laboratório do curso de Licenciatura Plena em Física, para que se pudesse realizar uma atividade prática como proposta no roteiro previamente elaborado (ver apêndice F).

A coordenação da escola garantiu o transporte dos alunos até a cidade vizinha Limoeiro do Norte, onde está situada a FAFIDAM. Nesse encontro estiveram presentes um número de 17 alunos, quantidade ideal para o espaço, que possui capacidade para no máximo 20 pessoas.

Inicialmente os alunos foram apresentados ao novo ambiente e as suas regras gerais de segurança e conduta. Em seguida, receberam o roteiro da atividade prática a ser realizada na

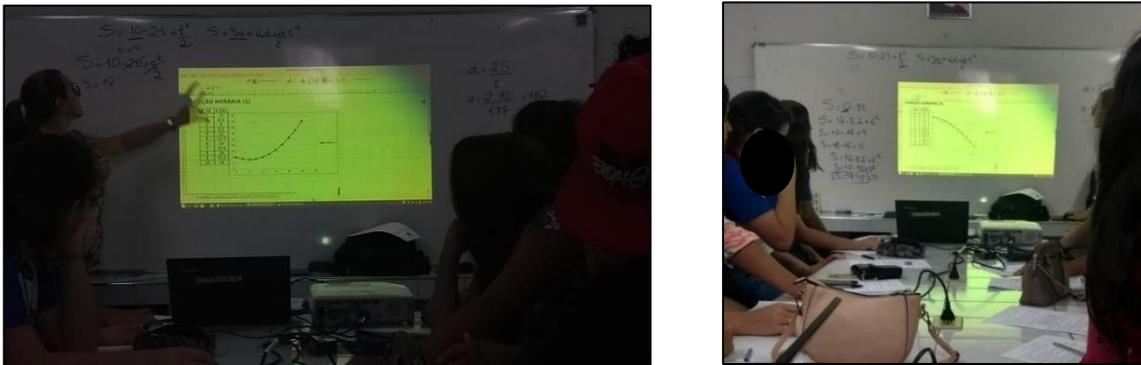
aula com o objetivo de estudar o movimento uniformemente variado e representá-lo graficamente.

Foi feita a leitura completa do roteiro começando pelos materiais utilizados. Em seguida, a fundamentação teórica voltada para o estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado foi discutida e o procedimento experimental foi analisado passo a passo para evitar possíveis erros na execução do experimento.

Optou-se por utilizar o Excel para a construção dos gráficos solicitados no roteiro por ser uma ferramenta simples e facilmente encontrada até nos smartphones. Antes de iniciar a coleta dos dados para o preenchimento do roteiro, utilizou-se alguns exemplos aleatórios de funções horárias da posição do MRUV, onde foram atribuídos valores ao tempo para mostrar aos alunos como organizar os dados em uma tabela no Excel e usar a opção inserir gráfico desse programa.

Na Figura 5.16 os alunos passam pela atividade com alguns exemplos de funções horárias aleatórias para esclarecer dúvidas na utilização do programa Excel.

Figura 5.16 – Atividade de utilização do Excel.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Além dos próprios smartphones, dois computadores estavam disponíveis para os alunos exercitarem nesse momento. Devido ao conhecimento adquirido nos encontros anteriores, antes mesmo de usar a opção inserir gráfico os alunos já sabiam como o gráfico de $s \times t$ se comportaria. Sabendo que se tratava de uma parábola já compreendiam para onde seria voltada a sua concavidade e quais os pontos em que a parábola tocaria os eixos da posição ou do tempo.

Depois de familiarizados com o programa foi iniciado o experimento proposto no roteiro, os alunos foram divididos em dois grupos *A* e *B*, ambos realizaram a coleta de dados que foram usados para a elaboração dos gráficos no Excel. Na Figura 5.17, os alunos dão início ao procedimento experimental.

Figura 5.17 – Alunos iniciando o procedimento experimental



Fonte: Autoria própria, 2020.

A tabela 1 mostra os dados coletados pela equipe A. O grupo utilizou um cronômetro para medir o tempo que uma esfera leva para percorrer determinadas distâncias numa calha inclinada. Vejamos os valores de tempo encontrados para as distâncias de 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 75 cm e 90 cm em 3 tentativas.

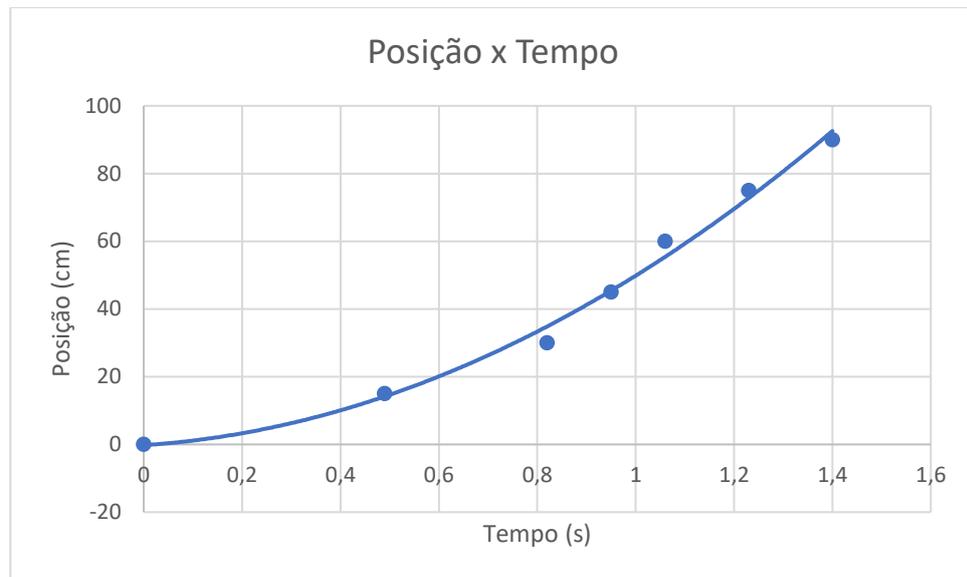
Tabela 1: Dados coletados pelo grupo A

s (cm)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_m (s)
$s_0 = 0$ cm	0,00	0,00	0,00	$t_0 = 0,00$
$s_1 = 15$ cm	0,44	0,50	0,53	$t_1 = 0,49$
$s_2 = 30$ cm	0,81	0,87	0,79	$t_2 = 0,82$
$s_3 = 45$ cm	0,91	0,97	0,97	$t_3 = 0,95$
$s_4 = 60$ cm	1,06	1,10	1,03	$t_4 = 1,06$
$s_5 = 75$ cm	1,25	1,25	1,18	$t_5 = 1,22$
$s_6 = 90$ cm	1,38	1,40	1,32	$t_6 = 1,36$

Fonte: Autoria própria, 2020.

Para diminuir o erro da medida foi calculado o valor médio dos tempos (última coluna), esses valores foram usados pelos alunos na construção do gráfico da posição versus tempo da Figura 5.18:

Figura 5.18 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo A



Fonte: Autoria própria, 2020.

O mesmo procedimento, realizado pelo grupo B, resultou nos seguintes dados para a tabela 2:

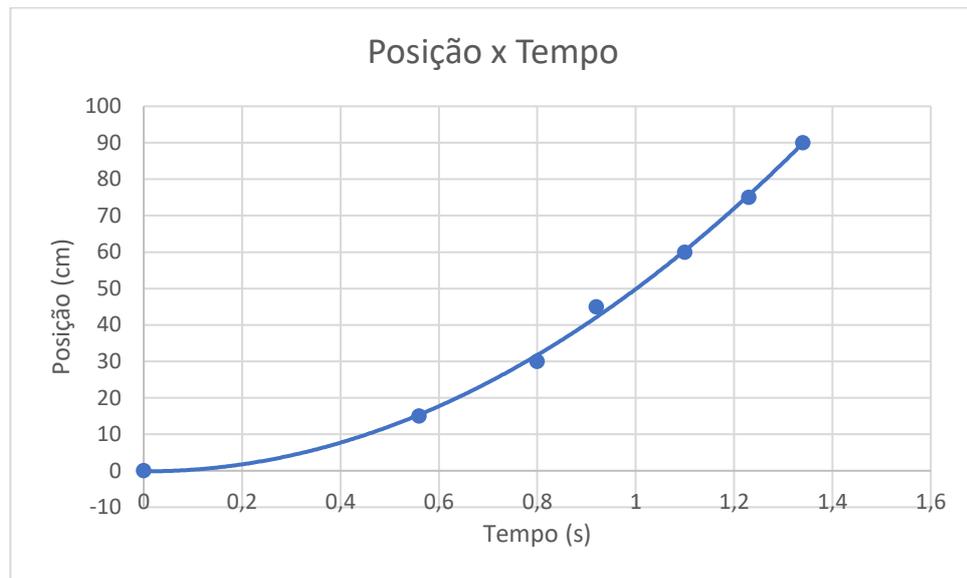
Tabela 2: Dados coletados pelo grupo B

s (cm)	t (s)	t (s)	t (s)	t_m (s)
$s_0 = 0$ cm	0,00	0,00	0,00	$t_0 = 0,00$
$s_1 = 15$ cm	0,57	0,56	0,56	$t_1 = 0,56$
$s_2 = 30$ cm	0,75	0,78	0,87	$t_2 = 0,80$
$s_3 = 45$ cm	0,91	0,90	0,96	$t_3 = 0,92$
$s_4 = 60$ cm	1,03	1,09	1,10	$t_4 = 1,07$
$s_5 = 75$ cm	1,21	1,28	1,19	$t_5 = 1,22$
$s_6 = 90$ cm	1,34	1,34	1,35	$t_6 = 1,34$

Fonte: Autoria própria, 2020.

Agora, na Figura 5.19 temos a seguinte representação elaborada com o auxílio do Excel:

Figura 5.19 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo B



Fonte: Autoria própria, 2020.

Durante a elaboração dessas representações gráficas os alunos tiveram dúvidas esclarecidas quanto as escalas utilizadas, os nomes dados aos eixos e a formatação de forma geral dos gráficos.

Desse encontro vale destacar a importância do planejamento, pois nele preparou-se o material, como o roteiro dessa atividade. Devido a atenção dada a leitura prévia do procedimento experimental, foi possível realizar as medidas e construir uma figura compatível com a relação entre as grandezas posição e tempo, esperada para o movimento uniformemente variado.

Os alunos reconheceram nos gráficos feitos por eles a posição inicial representada na tabela por $S_0 = 0$ como sendo o ponto em que a parábola toca o eixo vertical. Além disso, antes de calcularem a aceleração do movimento da esfera, afirmaram que ela seria positiva por conta da concavidade da parábola ser voltada para cima.

Observações como as citadas no parágrafo anterior vindas dos alunos, apenas confirmam o potencial significativo do material desenvolvido para essa UEPS. A preocupação está em colocar o aluno como protagonista do seu processo de aprendizagem promovendo atividades que façam sentido para o aprendiz.

O último momento com a turma ainda no laboratório foi a discussão e resolução do questionário composto por 5 questões, parte integrante do roteiro. Embora a atividade prática tenha sido feita em grupo, todos os alunos receberam seu roteiro para acompanhar os

procedimentos experimentais, o que facilitou a participação deles evitando assim ficarem dispersos.

Apresentaremos a seguir uma breve discussão de algumas respostas dadas a esse questionário.

Figura 5.20 – Resposta de alguns alunos as 1ª e 2ª questões do questionário

1ª questão: A esfera percorre distâncias iguais em intervalos de tempos iguais?

Resposta: Não, a gente notou que quando a esfera andava uma distância que era o dobro da outra por exemplo, o tempo que ela levava pra andar essa distância não era o dobro.

2ª questão: O movimento é uniforme ou variado?

Resposta: Variado, justamente por não andar espaços iguais em intervalos de tempo também iguais como no movimento uniforme.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Na 1ª e 2ª questões a resposta dada pelo aluno mostrou que ele esteve atento a realização do experimento pois pôde perceber a relação entre o espaço percorrido e o tempo. Ele foi capaz de entender que para que a esfera percorresse distâncias iguais em intervalos de tempos iguais para uma distância com o dobro de outra o tempo deveria também ser o dobro.

Essa mesma informação ele encontra nos livros, mas o experimento serviu como material potencialmente significativo, isto é, possibilitou a construção do conhecimento e a ressignificação dos conceitos com foco na aprendizagem significativa.

A Figura 5.21 traz as respostas dadas a 3ª questão desse questionário.

Figura 5.21 – Resposta de alguns alunos a 3ª questão do questionário

3ª questão: Sendo $s_0 = 0$ (a esfera parte da origem) e $v_0 = 0$ (a esfera parte do repouso), os valores obtidos obedecem a função $s = \frac{at^2}{2}$, com a constante? Para isso verifique se $a = \frac{2s}{t^2}$ é ou não constante.

Resposta: Obedecem sim, a gente encontrou um valor para a aceleração muito próximo uns dos outros usando essa equação.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Durante a resolução dessa questão muitos alunos não entenderam essa forma algébrica para a função horária da posição, foi o momento de mediar essa discussão e chamar a atenção desses alunos para a posição inicial nula e a velocidade inicial nula também.

Embora não tenham encontrado valores exatamente iguais para a aceleração foram capazes de elencar possíveis erros no procedimento experimental que acarretaram tais discordâncias.

Continuando as discussões, a Figura 5.22 traz as respostas dadas a 4ª questão proposta no questionário do roteiro.

Figura 5.22 – Resposta de alguns alunos a 4ª questão do questionário

4ª questão: O gráfico obtido no procedimento 4 se aproxima de uma reta ou de uma parábola?

Resposta: Mais para parábola, já que a gente tem uma função do 2º grau.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Para responder à questão 4, os alunos recorreram as definições das funções polinomiais, em especial à função quadrática. Ao final do procedimento, de posse da tabela de dados preenchida, os alunos usaram a opção inserir gráfico no Excel e esse recurso permitiu a construção do gráfico da posição versus tempo para o movimento: uma parábola com concavidade voltada para cima.

Para finalizar esse encontro, a Figura 5.23 traz a resposta dada à 5ª questão, por ambos os grupos.

Figura 5.23 – Resposta de alguns alunos a 5ª questão do questionário

5ª questão: O movimento é uniformemente variado? Em caso afirmativo, qual é a aceleração do movimento da esfera?

Resposta: Sim, como os nossos resultados para o valor da aceleração foram muito próximos a gente pode sim considerar o movimento como uniformemente variado e com aceleração aproximadamente igual a 1 m/s^2 pelos cálculos da 3ª questão.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Para o último questionamento, levando em conta que depois de realizados os cálculos, o valor numérico para a aceleração do movimento manteve-se praticamente o mesmo, 1 m/s^2 ,

para os diversos intervalos de tempo, isso possibilitou aos alunos classificar o movimento como retilíneo uniformemente variado.

5.7 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS

6º Encontro

No sexto encontro (02/05/19) uma semana após o encontro da FAFIDAM, foi solicitado a coordenadora pedagógica que ela aplicasse o questionário final (ver apêndice G). Um total de 20 alunos responderam individualmente sem consulta a nenhum tipo de material, e as análises das respostas são apresentadas mais adiante.

Após os questionários serem recolhidos, o professor em um momento extraclasse fez a análise das respostas de forma qualitativa. Vale salientar que a avaliação da aprendizagem dos discentes não está simplesmente ligada ao fato de serem dadas respostas certas ou erradas aos questionários, mas a todo o processo de desenvolvimento das atividades que nos permitiram confirmar a internalização do saber na estrutura cognitiva do aluno.

Embora seja feita a análise do questionário final, os acontecimentos ocorridos durante a aplicação da sequência, também nos permite refletir sobre se o aluno conseguiu assimilar o conteúdo e reconhecê-lo aplicado em situações do seu dia-a-dia.

O questionário final era composto por 9 questões entre objetivas e subjetivas. As quatro primeiras questões haviam sido reproduzidas também no questionário inicial e o restante delas, buscavam evidências de que as situações de aprendizagem apresentadas durante a sequência contribuíram para o melhor entendimento da matéria.

A primeira questão versava sobre a identificação das variáveis dependentes e independentes. Com a resposta incorreta apresentada por 17 alunos pôde-se perceber que esse conceito não ficou claro na estrutura cognitiva do aprendiz e que deve ser trabalhado mais cuidadosamente em uma outra oportunidade. Nessa questão apenas 3 alunos responderam corretamente.

A segunda questão era subjetiva, o aluno teria de escrever uma definição geral para função. Apenas 7 alunos se recusaram a responder enquanto 13 indivíduos responderam

corretamente ou pelo menos se esforçaram para tal. Na Figura 5.24, destacamos algumas das respostas:

Figura 5.24 – Respostas de alguns alunos a 2ª questão do questionário final

<p>Questão 2: Escreva com suas palavras o que seria uma função.</p> <p><i>Resposta:</i> Função é a relação entre duas grandezas (x e y).</p> <p><i>Resposta:</i> Função é a relação entre duas informações que podem ser representadas em gráficos.</p> <p><i>Resposta:</i> Função é uma relação de um conjunto de informações com outro.</p>
--

Fonte: Autoria própria, 2020.

Essa questão, na ocasião da aplicação do questionário inicial não foi respondida por nenhum discente. Agora, embora uma parcela da turma tenha errado em suas colocações, identificamos uma mudança na postura dos alunos diante do questionamento, após a sequência ter sido aplicada houve um maior engajamento da turma a começar pela disposição em responder o questionário final, o que não se viu com o questionário inicial.

Na terceira questão, houveram 19 acertos ao identificar qual função cada representação gráfica representa entre: funções constantes, do 1º grau e do 2º grau. Isso mostra a importância das atividades bem planejadas propostas pela UEPS que possibilitaram esse grande número de acertos. Se compararmos esse resultado com o da mesma questão proposta no questionário inicial, percebemos que naquela ocasião apenas 1 aluno conseguiu responder corretamente, enquanto que 7 erraram e 5 alunos preferiram não responder.

A quarta questão, também presente no questionário aplicado no primeiro encontro, buscou colher definições para o que seria um gráfico. Não obtivemos nenhuma resposta que possa ser considerada incorreta, a Figura 5.25 traz o que alguns alunos escreveram:

Figura 5.25 – Respostas de alguns alunos a 4ª questão do questionário final

<p>Questão 4: Escreva com suas palavras o que seria um gráfico.</p> <p><i>Resposta:</i> É um conjunto de informações sobre determinado assunto organizado e representado em desenhos.</p> <p><i>Resposta:</i> Um gráfico é formado por números e letras, nos dão informações ao representar dados.</p> <p><i>Resposta:</i> É composto por informações ou dados que nos ajuda a chegar a uma conclusão.</p>

Fonte: Autoria própria, 2020.

Observando essas respostas, notamos o significado atribuído pelos alunos, de que os gráficos são ilustrações usadas para facilitar o estudo e a interpretação da relação entre dados e não para dificultar esse processo.

Na quinta questão iniciou-se a abordagem dos gráficos da cinemática através de questões objetivas. Começando pelo movimento retilíneo uniforme, foi solicitado que dentre 3 ilustrações os alunos escolhessem aquela que representasse a relação entre velocidade e tempo no MRU. Aqui, 16 alunos fizeram a escolha correta, ao optarem pelo gráfico de $v \times t$ com uma reta paralela ao eixo dos tempos. Para os outros 4 discentes, a escolha foi a de não responder.

Na sexta e na sétima questões, quando indagamos sobre quais gráficos seriam as ilustrações corretas para as funções horárias da posição para o MRU e da velocidade para o MRUV, uma quantidade de 13 alunos não apresentou dificuldades em escolher o desenho do gráfico da função de 1º grau enquanto que os outros 7 alunos optaram por não responder.

Na oitava questão, 15 alunos optavam por selecionar a opção compatível para um gráfico da função horária da posição para o movimento uniformemente variado. Os discentes não apresentaram dificuldades em assinalar a representação gráfica da parábola, acreditamos que essa escolha foi facilitada pela atividade experimental que foi realizada durante a sequência de ensino. Apenas 5 discentes não acertaram essa questão e acabaram optando pelo item errado.

Na última questão, os alunos teriam que informar quais das atividades desenvolvidas durante a UEPS mais contribuíram com a aprendizagem de cada um. Dos 20 alunos que se dispuseram a responder esse questionário final, 11 disseram que todas as tarefas propostas favoreceram a aprendizagem, enquanto que 4 alunos citaram suas preferências pelo estudo de caso e 1 aluno pela atividade experimental. As outras 4 respostas oscilaram entre o jogo de tabuleiro, a atividade experimental e o estudo de caso, enquanto que para apenas 1 aluno, os mapas mentais também merecem destaque na sequência, para a compreensão do conteúdo.

5.8 AVALIAÇÃO DA UEPS

Diante das respostas dadas ao questionário final, dos depoimentos e participações dos alunos durante o período de aplicação da UEPS, consideramos a proposta de implementação da unidade de ensino muito proveitosa.

O modo de abordagem do conteúdo foi discutido previamente para se construir uma sequência lógica e dinâmica que evitasse a fadiga dos alunos durante a aplicação da UEPS.

O conjunto de atividades realizadas de uma forma geral, favoreceram a aprendizagem significativa, pois ao final de cada encontro os alunos mostravam-se satisfeitos por estar aprendendo e reconhecendo no seu cotidiano, situações de aprendizagem capazes de promover a atribuição de significados aos mais diversos temas.

No próximo capítulo, serão feitas mais considerações acerca da experiência do uso de uma UEPS no estudo dos gráficos em cinemática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desse trabalho procura corresponder às expectativas do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que é capacitar professores da educação básica para o domínio de conteúdos de Física e técnicas de ensino para aplicação em sala de aula.

Esta pesquisa fundamentou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel com ênfase na elaboração, aplicação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que colabore com o estudo das representações gráficas das funções horárias do MRU e do MRUV.

Acreditamos que aplicar sequências didáticas com atividades diferenciadas, podem facilitar a aprendizagem desse tema e surgir como alternativa para a construção do conhecimento à alunos do 9º ano do ensino fundamental.

O desafio do professor é superar as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem da Física/ciências que vão desde uma formação acanhada até uma realidade estrutural das escolas que os impede de realizar suas funções. Diante desse cenário, o problema central do nosso trabalho é verificar se uma UEPS pode promover a aprendizagem significativa do conteúdo em questão.

Com o engajamento dos alunos nas atividades, a resposta para o problema citado acima foi positiva. A participação dos alunos nos debates em grupo na análise de situações-problema mostra que a UEPS contribuiu para o desenvolvimento crítico e argumentativo dos discentes.

Percebemos que o estudo de caso, o jogo de tabuleiro e a atividade experimental foram as ações mais comentadas pelos alunos, que demonstraram estar assimilando o conteúdo de forma mais criativa através situações reais, isto é, situações mais próximas do cotidiano e que foram propostas pelo professor.

Os objetivos apresentados pelo trabalho foram alcançados com sucesso. Conseguimos aplicar a UEPS elaborada em sua totalidade e fazer a avaliação de sua eficiência como ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa. Essa avaliação foi possível devido ao feedback positivo dado pelos alunos, nas respostas, discussões e depoimentos.

Apesar de termos concluído de modo satisfatório a aplicação dessa sequência, sabemos que há muito a se fazer dentro da área de pesquisa em práticas pedagógicas em sala de aula.

Desejamos em estudos futuros ampliar as investigações no âmbito da aprendizagem significativa, pois vemos que aperfeiçoar a utilização de ferramentas apoiadas nessa teoria, como as UEPS, têm muito a contribuir para um ensino de qualidade.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva. 1ª edição, Editora Plátano, 2003.
- BARBOSA, R.R. Uma proposta para vivenciar, no ensino médio, os conceitos iniciais de termodinâmica por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal do Espírito Santo. Cariacica – ES.2016.
- BEZERRA, S.H.O. Atividades experimentais em unidades de ensino potencialmente significativas. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Pará. Belém/PA.2016.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BUZAN, T; Mapas mentais: Métodos criativos para estimular o raciocínio e usar o máximo o potencial do seu cérebro. Trad. Paulo Polzonoff Jr., Rio de Janeiro: Sextante, 2009.
- CASSARO, R. Atividades experimentais no ensino de Física. Universidade Federal de Rondônia/RO, Campus Ji – Paraná. 2012.
- FEITOSA, V.M.B. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa em Hidrostática. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Regional do Cariri – URCA. Juazeiro do Norte. 2017.
- FEITOSA, S. S. Tópicos de física quântica em versos de cordel e arte dos quadrinhos, ensinados à luz de uma unidade de ensino potencialmente significativa. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Regional do Cariri – URCA. Juazeiro do Norte. 2019.
- GERHARDT, T.E. SILVEIRA, D.T. Métodos de Pesquisa. 1ª edição. Porto Alegre. Editora da UFRGS,2009.
- GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. Anais do I EREBIO: I Encontro Regional de Ensino de Biologia. 2001. Niterói. Rio de Janeiro/RJ.

HALLIDAY, D; RESNICK, R. WALKER, J. Fundamentos de Física, Volume 1, 8ª edição. Rio de Janeiro. LTC Livros Técnicos e Científicos AS, 2009.

JESUS, G. S. JARDIM, M. I. A. Física das partículas elementares e a utilização de jogos no ensino médio. XI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis/SC. 2017.

JUNIOR, O. L. S. A importância dos experimentos no estudo da Física para uma aprendizagem eficaz no ensino médio. Universidade Estadual de Goiás - Anápolis/GO. 2011

LOPES, N.A. Impulso e Quantidade de Movimento: uma proposta de aprendizagem por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica – ES.2016.

MACIEL.R.R. A astronomia nas aulas de Física: uma proposta de utilização de unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá – SC. 2016.

MANDARINO, F.C.M. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. Revista Eletrônica em Ciências Humanas, Rio de Janeiro, ano 1, n.1, 2002.

MIRANDA, E.T. Uma proposta para lecionar física quântica no ensino médio por meio de unidades de ensino potencialmente significativas. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Pará, Belém/PA. 2016.

MOREIRA, M.A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, V.1.2011.

MOREIRA, M.A. Subsídios Teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Ciências. A teoria de Aprendizagem Significativa; Instituto de Física, UFRGS, 2ª edição. Porto Alegre – RS. Brasil. 2016.

MOREIRA; M.A. Organizadores prévios e Aprendizagem significativa, Revista Chilena de Educación Científica, Vol.7, nº 2, 2008. Revisado em 2012.

MOREIRA, M.A. O que é Afinal Aprendizagem Significativa?; Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal

do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Currículo, La Laguna, Espanha, 2012.

MUCHENSKI, F. BEILNER, G. O uso de vídeos como recurso pedagógico para o ensino de Física: uma experiência do programa PIBID no Instituto Federal Catarinense – Campus Concórdia. Revista Cadernos Acadêmicos. v.7. n.1. 2015. Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

NUSSENZVEIG, H.M. Curso de Física Básica. Volume 1. 4ª edição, Editora Blucher, Rio de Janeiro. 2002.

PEREIRA, M.V. Da construção ao uso em sala de aula de um vídeo didático de física térmica. Cadernos de Aplicação, Porto Alegre, v.1, n.2, 2008.

PEREIRA, R. F. Desenvolvendo jogos educativos para o ensino de Física: um material didático alternativo de apoio ao binômio ensino – aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática.) – Universidade Estadual de Maringá. Paraná/PR.2008.

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de Ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. Cadernos FUCAMP. v.9, n.11. 2010.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P. e FRANCISCO, C. A. Estudos de caso em química. *Química Nova*, v. 30, n. 3, 2007.

RAHAL, F. A. S; LUZ, A. R. Jogos didáticos no Ensino de Física: um exemplo na Termodinâmica. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. 2009.

REIS, A.F. Ensinando operações com grandezas físicas vetoriais no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP. 2016.

RONCA, A.C.C. Teorias de Ensino: A contribuição de David Ausubel. Temas em Psicologia. São Paulo; 1994.

SBF, 2015. Regimento Geral do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF/ 2015. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/mnpef/regimento-geral>>. Acesso em: 05 set 2019.

SELMINI, M. C. O uso de mapas mentais no processo de ensino – aprendizagem de Física Contemporânea. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Campus Presidente Prudente – SP. 2019.

SILVA, F.D.J. Paródias conceituais e uma unidade de ensino potencialmente significativa como recursos didáticos para o estudo do movimento ondulatório. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Regional do Cariri – URCA. Juazeiro do Norte. 2018.

SILVA, O. B.; OLIVEIRA, J. R. S. e QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: contribuições de um estudo de caso para a educação química no nível médio. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, 2011.

STEFENON, L. O; MOREIRA, M. A; SAHELICES, C. C. O uso de mapas mentais para a compreensão da relação de matemática e física na engenharia ambiental e sanitária. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*. v.12, n.3. Ponta Grossa – PR. 2019.

TOMAZ, A. R.; NOVAES, S.M; MACHADO, G.S; CRISPIM, C.V e MASSENA, E. P. O método de estudo de caso como alternativa para o ensino de química. *Química Nova na Escola* – São Paulo - SP, BR. Vol. 41, N° 2, MAIO 2019.

VICENTINI, G. W. e DOMINGUES, M. J. C. de S. O uso do vídeo como instrumento didático e educativo em sala de aula. Trabalho apresentado no XIX ENANGRAD, Curitiba, 2008.

Mapa Mental do Movimento Retilíneo Uniforme. Disponível em: <<https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-movimento-uniforme/4pQ/>> Acesso em 01 de out 2019.

Mapa Mental do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. Disponível em: <<https://descomplica.com.br/artigo/mapa-mental-movimento-retilineo-uniformemente-variado/4H6/>> Acesso em 01 out 2019

APÊNDICE**APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA
NO ESTUDO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA PARA O 9º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

FRANCISCA DANIELE COSTA DE LIMA BESERRA
FRANCISCO EDCARLOS ALVES LEITE

MOSSORÓ – RN

2020

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA NO ESTUDO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Francisca Daniele Costa de Lima Beserra

Material instrucional vinculado à dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, no polo 09, da Universidade Federal Rural do Semi-árido.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Edcarlos Alves Leite

MOSSORÓ - RN

2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa Mental Livre.....	101
Figura 2 – Mapa Mental Direcionado.....	102
Figura 3 – Jogo de tabuleiro “De olho na pista”.....	110
Figura 4 – Vídeo exibido aos alunos.....	117
Figura 5 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo A.....	121
Figura 6 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo B.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sequência de aplicação da UEPS.....	105
---	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados coletados pelos grupos.....	120
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UECE – Universidade Estadual do Ceará

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi - árido

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativo

CE – Ceará

RN – Rio Grande do Norte

TAS – Teoria de Aprendizagem Significativa

AS – Aprendizagem Significativa

MRU – Movimento Retilíneo Uniforme

MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

MPS – Material Potencialmente Significativo

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

FAFIDAM – Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	93
1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	94
2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA	98
3 ALGUMAS METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	100
4 UMA PROPOSTA DE UEPS PARA O ESTUDO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA	104
4.1 SEQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DA UEPS.....	106
4.2 RELATO DA EXPERIÊNCIA DE APLICAÇÃO DA UEPS.....	112
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	125
APÊNDICE C – O CASO.....	127
APÊNDICE D – PROPOSTAS DE MAPAS MENTAIS.....	129
APÊNDICE E – REGRAS DO JOGO “DE OLHO NA PISTA”.....	130
APÊNDICE F – ROTEIRO DE ATIVIDADE PRÁTICA.....	132
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO FINAL.....	136

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

O presente produto educacional, foi idealizado como um material de apoio no estudo de gráficos em cinemática. É fruto do trabalho desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) em Mossoró – RN.

Aplicado em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, turno matutino, na Escola Municipal de Ensino Infantil e Fundamental José Ricardo de Matos, Ingá, zona rural do município de Russas – Ceará, este texto consiste na apresentação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como ferramenta didática no processo de ensino e aprendizagem na disciplina de ciências.

Essas unidades de ensino são sequências didáticas organizadas (MOREIRA, 2011) que, fundamentam-se teoricamente no conceito de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980) onde acredita-se que o conhecimento é construído a partir dos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos e que ao longo do processo, vão ganhando novos significados. Dessa forma, são considerados como referencial teórico fundamental para a concepção desse produto: a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e as contribuições de Marco Antônio Moreira no que diz respeito a elaboração de uma UEPS.

Este produto contém a descrição das atividades que devem ser realizadas no decorrer da sequência de ensino, podendo sofrer adaptações quando se fizer necessário. Nesse documento há uma exposição detalhada da experiência de aplicação deste material em sala de aula.

1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Nessa seção apresentaremos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida por David Paul Ausubel especialista em psicologia educacional. Definiremos, com base na visão cognitivista deste autor, os subsunçores e os organizadores prévios. Em seguida, são descritos os facilitadores do processo de ensino e as condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra.

Esta pesquisa é fundamentada teoricamente no cognitivismo, que diferente do behaviorismo que centra a sua atenção no comportamento humano, propõe analisar o ato de conhecer; como o homem desenvolveu seu conhecimento acerca do mundo.

A teoria da aprendizagem significativa dá ênfase a aprendizagem cognitiva ao sugerir que para que uma nova informação seja assimilada de forma significativa é necessário que ocorra uma interação com as já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (SILVA, 2018).

É ainda segundo essa mesma teoria que estrutura cognitiva é entendida como um conjunto de relações conceituais hierarquizadas construídas pelo indivíduo a partir de suas experiências com o mundo (AUSUBEL, 2003).

Do ponto de vista cognitivista, há duas maneiras diferentes, de se aprender, são elas: aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Para Moreira 2011, a aprendizagem mecânica consiste em simplesmente decorar, memorizar informações sem significado e sem nenhuma relação com conhecimentos prévios. Já a aprendizagem significativa é voltada para o desenvolvimento da capacidade de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações fundamentadas nos conhecimentos prévios que permitam ao educando dar significado aos novos conhecimentos.

A esses conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do aluno, Ausubel dá o nome de subsunçor, é nele que as novas ideias, informações e conceitos encontram uma espécie de “âncora” capaz de permitir ao aprendiz atribuir significado ao novo (MOREIRA, 2016).

Na ausência de subsunçores na estrutura cognitiva do educando podem ser utilizados organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. Moreira (2012) considera que organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si e que seu uso tem como finalidade mostrar a relação existente

entre os novos conhecimentos e aqueles que o indivíduo tem, mas muitas vezes nem consegue perceber a relação com os novos.

Os organizadores prévios são classificados ainda em: expositivos, que é quando não há relação alguma com o que o aprendiz possui no cognitivo; e comparativo no caso de aprendizagem de material relativamente familiar, devendo ser usado para integrar novas informações às antigas (MOREIRA, 2012).

Para Ausubel existem duas condições necessárias à ocorrência da aprendizagem significativa: 1) o material a ser aprendido seja de fácil relação com a estrutura cognitiva do aprendiz, por isso dito potencialmente significativo; 2) o aprendiz esteja predisposto a relacionar à sua estrutura cognitiva o novo material potencialmente significativo.

A primeira condição refere-se ao papel do professor em desenvolver um material que possua uma sequência hierárquica e lógica de ensino de uma forma que possa apresentar o conteúdo adequando-o à realidade do aluno.

A segunda condição implica na predisposição do aluno a aprender. É fundamental para a aquisição de conhecimentos que o aluno se sinta motivado a aprender, e usar ferramentas de ensino que não somente exponham o conteúdo, mas que despertem a curiosidade é o ideal para motivá-los.

Dentre os facilitadores do processo de ensino estão: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Ambos os processos ocorrem durante a aprendizagem significativa, na diferenciação progressiva o assunto a ser abordado deve surgir de conceitos e ideias mais gerais partindo gradativamente a termos mais específicos. Conforme o surgimento de novos conceitos é necessário recorrer à reconciliação integradora permitindo ao aprendiz estabelecer relações, identificar diferenças e dar significado ao que está sendo estudado.

Seguindo os princípios de sua teoria, Ausubel afirma que o conhecimento pode ser apresentado ao aprendiz de duas formas: a aprendizagem receptiva e a aprendizagem por descoberta.

Na aprendizagem por recepção (receptiva) o conteúdo que deve ser internalizado é exposto em sua forma final; já na aprendizagem por descoberta o aprendiz deve descobrir o conteúdo. De acordo com a percepção ausubeliana, se o novo conteúdo foi internalizado à estrutura cognitiva do indivíduo de forma não-literal e não-arbitrária houve aprendizagem significativa seja ela por recepção ou por descoberta (MOREIRA, 2016).

Moreira (2012) ressalta que aprendizagem receptiva não está associada com o modelo tradicional de ensino em que o aluno tem uma aprendizagem passiva frente ao conteúdo apresentado. Na verdade, para que os novos conhecimentos sejam ancorados de forma correta no cognitivo do aprendiz, o número de atividades que possibilitem isso deve ser cada vez maior e que além de promover a captação de significados possam focar na diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Por ser capaz de dar liberdade ao aprendiz no processo de aquisição do conhecimento fazendo-o protagonista, na busca pelo saber, a aprendizagem por descoberta se torna mais dinâmica, embora não seja o único meio para se chegar a aprendizagem significativa e nem seja sinônimo dela (SILVA, 2018).

Em suas pesquisas, Ausubel distingue três tipos de Aprendizagem Significativa (AS): representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições).

Na aprendizagem representacional o conceito ou informação presente no cognitivo do educando se agrega ao significado de símbolos. A aprendizagem conceitual exige por parte do aprendiz uma maior abstração de um conceito somente a partir de uma sentença ou palavra; já a aprendizagem proposicional é centrada em aprender o significado não de palavras isoladas, mas de ideias em forma de proposição.

Quanto à forma, a aprendizagem significativa classifica-se em: i) subordinada; ii) superordenada e iii) combinatória.

i) Aprendizagem subordinada: ocorre quando novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados através de um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios mais gerais e inclusivos presentes na estrutura cognitiva.

Por exemplo, se o indivíduo, já possui na cabeça uma ideia formada do que seja uma escola, embora existam diferentes tipos de escola (privadas, públicas, profissionalizantes e etc) seus conceitos serão facilmente aprendidos por ancoragem e subordinação à ideia inicial de escola (MOREIRA, 2012).

ii) Aprendizagem superordenada: ocorre através de processos de abstração, indução e síntese, que conduz a novos conhecimentos que acabam por subordinar os que lhes deram origem. Se o aprendiz não tem uma ideia formada do que seja uma escola, mas consegue aprender significativamente o que é uma escola pública, uma escolar militar, enfim, ela pode

fazer uso do raciocínio indutivo para que na busca por semelhanças e diferenças possa chegar ao conceito de escola.

iii) Aprendizagem combinatória: acontece quando a nova informação ganha sentido devido a interação com conhecimento amplo já existente na estrutura cognitiva, não sendo nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais.

Moreira (2016) destaca como exemplo o fato de o aluno ter que aprender o que significa força de campo, daí não é suficiente saber o que é força e o que é campo, é preciso de um conhecimento a mais para a completa compreensão.

2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

A forma como o conhecimento vem sendo apresentado em sala de aula vem reforçando o papel centralizador do conhecimento na pessoa do professor e fazendo dos alunos meros escravos da aprendizagem mecânica em que as informações são memorizadas até a avaliação de aprendizagem e depois esquecidos.

Pensando em contribuir para a mudança dessa realidade Moreira (2011) propõe a utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que são sequências didáticas fundamentadas teoricamente na aprendizagem significativa.

Ausubel (2003) ressalta que para verificar se houve aprendizagem significativa deve-se inicialmente traçar estratégias de verificação de conhecimentos prévios e em seguida desenvolver materiais com uma sequência lógica de conceitos objetivando que os discentes consigam atribuir significados a eles.

A esses materiais de ensino que buscam facilitar a aprendizagem significativa dá-se o nome de material potencialmente significativo (MPS).

Na aplicação das UEPS o papel do professor é criar situações problemas, organizar e mediar o processo de captação de significados pelo aluno. Para isso, é de fundamental importância um momento de planejamento das atividades a serem desenvolvidas na sequência didática já que essas atividades servirão de motivação para o aluno tendo em vista que a predisposição do aluno em aprender é uma das condições essenciais à promoção da aprendizagem significativa.

As atividades propostas durante a UEPS devem ainda promover a reconciliação integradora e a diferenciação progressiva sempre motivando a interação social e o trabalho em equipe permitindo que o aluno formule as suas próprias situações problema bem como desenvolva suas soluções (MOREIRA, 2011).

Na construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa, Moreira (2011) destaca os seguintes passos:

1º Passo (situação inicial): consiste na escolha do conteúdo a ser abordado e na definição dos procedimentos e recursos didáticos adequados ao nível de ensino.

2º Passo (situações-problema): nesse segundo passo o aluno deve se deparar com situações criadas pelo professor que lhe possibilite expor os conhecimentos prévios sobre o conteúdo a ser estudado existente na sua estrutura cognitiva.

3º Passo (encontro de revisão): após ter identificado os conhecimentos prévios deve-se apresentar novas situações problemas em nível introdutório e uma aula expositiva em que o aluno possa participar ativamente das discussões.

4º Passo (diferenciação progressiva): ainda segundo Moreira (2011) depois de situações iniciais deve-se levar o aprendiz à diferenciação progressiva do conhecimento apresentado introduzindo – o em grau mais elevado e partindo da visão geral para aspectos mais específicos do conteúdo.

5º Passo (reconciliação integradora): nesse quinto passo deve-se continuar o estudo do conteúdo através da apresentação de situações problema em maior grau de complexidade e quando preciso, retornar aos aspectos mais gerais possibilitando assim a reconciliação integradora.

6º Passo (atividades colaborativas): concluir a exposição do conteúdo dando sequência ao processo de diferenciação progressiva promovendo a reconciliação integradora ao retomar aspectos relevantes do conteúdo em estudo sempre que necessário. Nesse passo, além de tratarmos de atividades de nível mais alto de complexidade que as anteriores, Moreira (2011) propõe ser trabalhadas atividades colaborativas objetivando promover as discussões em grupo mediadas pelo professor.

7º Passo (avaliando a aprendizagem): essa avaliação deverá ser feita no decorrer do processo da intervenção pedagógica de aplicação da UEPS através de registros que evidenciem a ocorrência de aprendizagem significativa do conteúdo em si.

8º Passo (avaliação da UEPS): aqui a UEPS é analisada quanto ao seu potencial em promover a aprendizagem significativa. É um momento de se fazer ajustes e adaptações necessárias a realidade dos aprendizes baseada nas sugestões e críticas feitas pelos discentes.

Moreira (2011) destaca ainda que em todos os passos devem ser usados materiais e estratégias que privilegiem o questionamento, o diálogo e a crítica. Que o aprendiz possa, além de desenvolver considerações diante as atividades propostas, criem autonomia ao propor ele mesmo suas próprias situações problema baseada no conteúdo em específico.

3 ALGUMAS METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Dentre as atividades que propomos na nossa UEPS está o método de Estudo de Casos. Como veremos na descrição da intervenção pedagógica, ele foi proposto para incentivar os alunos na análise de situações que os aproxima da sua realidade ao passo que, os estimula a aprender de forma significativa, inserindo o conteúdo que se pretende ensinar e atribuindo sentido à ele.

O método de Estudo de Casos consiste numa variação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) com origem da Escola de Medicina da Universidade de Mc Master, no Canadá, por volta do final dos anos sessenta. O ABP foi difundido pelas faculdades de medicina de vários países visto que inicialmente era voltado exclusivamente para formação de profissionais da área médica (SÁ e QUEIROZ, 2007).

Para Silva et al. (2011) o método de estudo de casos traduz-se na utilização de situações-problema reais comumente vivenciadas pelos sujeitos, que neles despertam durante as suas resoluções, o senso crítico e a tomada de decisões.

Tomaz (2019) acrescenta que, para que o aluno possa compreender a relevância do conteúdo estudado e atribuir significado a ele, é importante considerar o meio social no qual o indivíduo está inserido. Desse modo, os alunos podem estabelecer relações dentro do assunto que estão estudando e abandonar o papel de coadjuvante no seu processo de aprendizagem.

Após o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e diante do potencial didático dos estudos de caso, optamos por elaborar um caso, como forma de introduzir o conteúdo das representações das funções constantes e das funções de 1º grau como as horárias da posição para o MRU e a da velocidade para o MRUV.

Seguindo com a descrição das metodologias incorporadas na UEPS, apresentamos outro recurso didático utilizado neste trabalho: um vídeo, exibido aos alunos em um dos encontros da sequência de ensino.

Este recurso tecnológico adequa-se a lista de objetivos gerais para o ensino fundamental traçados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Os alunos desse nível de ensino devem estar aptos à entre outras habilidades saber usar fontes de informação e recursos tecnológicos que possibilitem a construção do conhecimento (BRASIL, 1997).

Concordamos com Vicentini e Domingues (2008) quando apontam que um dos motivos para os profissionais da educação enfrentarem tantas dificuldades em incorporar a tecnologia audiovisual no ambiente educacional é o fato de desconhecerem o potencial dessa mídia no processo de aprendizagem.

Para Muchenski e Beilner (2015), o uso dos vídeos em sala de aula expõe os alunos a conteúdos que comumente são trabalhados da forma tradicional. Inicialmente projetado para divulgar o cinema, o vídeo atualmente, tornou-se fundamental na popularização da linguagem audiovisual pela facilidade do seu uso (MANDARINO, 2002).

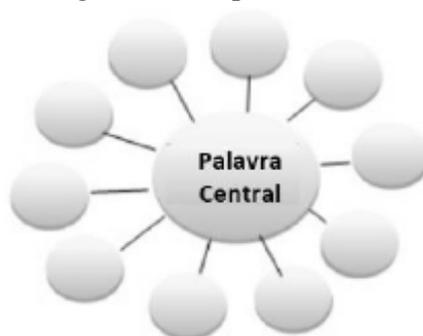
Nessa perspectiva, Pereira (2008) caracteriza o vídeo como uma ferramenta que facilita a exploração de determinados fenômenos e conceitos ocasionando uma melhor compreensão por parte do aprendiz.

Vale ressaltar que para essa pesquisa, o vídeo elaborado tinha como objetivo além de reproduzir situações-problema reais, promover discussões e interação com os outros recursos da proposta e não apenas reproduzi-lo por reproduzir.

Outra estratégia utilizada na sequência de ensino para promover a aprendizagem significativa foi a elaboração de mapas mentais, para posterior apresentação e discussão em grupo. Segundo Buzan (2009), inglês idealizador dos mapas mentais na década de 70, eles são recursos facilitadores do armazenamento de informações no cérebro por se beneficiarem das habilidades dele.

Stefenon et al. (2019) definem mapa mental como sendo a representação esquemática, da relação existente entre informações. Os autores ainda apresentam definições para Mapa Mental Livre, que é quando o indivíduo pode fazer associações diante de uma palavra colocada no centro de uma folha, como podemos ver na Figura 1:

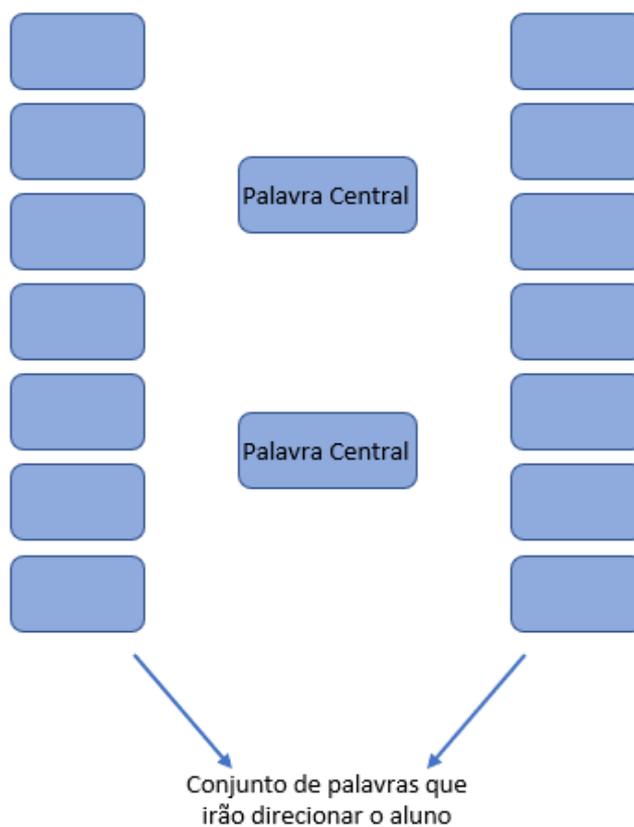
Figura 1 – Mapa Mental Livre



Fonte: Stefenon, 2019

e para o Mapa Mental Direcionado (Figura 2) que além da palavra no centro, são sugeridas sentenças para que o aluno possa estabelecer relações com a ideia central.

Figura 2 – Mapa Mental Direcionado



Fonte: Stefenon, 2019

Usar símbolos, equações e imagens com relação direta com o assunto abordado são técnicas capazes de enriquecer os mapas mentais e permitir a verificação do nível de domínio dos alunos.

Quanto à inclusão dos jogos educativos na unidade de ensino potencialmente significativa sugerimos a sua realização confiantes em seu potencial motivacional e lúdico.

Jesus e Jardim (2017) consideram esses jogos como ferramentas didáticas que surgem como alternativa no processo de ensino – aprendizagem dos alunos, facilitando a aquisição do conhecimento diante do ensino tradicional apoiado na memorização e na repetição de informações, tão presente nas salas de aula.

Os jogos educativos são caracterizados como motivadores por apresentarem desafios e despertarem a curiosidade do indivíduo. No seu decorrer, o aluno é incentivado a resolver

problemas de forma mais instigante e diferente da que está acostumado, desenvolvendo assim novas habilidades cognitivas (PEREIRA, 2008).

Gomes e Friedrich (2001) relembram que a inserção dos jogos no ambiente educacional demorou a ser efetivada, pois não era considerada importante para o desenvolvimento formativo da criança e não se pensava num emprego didático para tal ferramenta.

O que pode ser visto como um ponto negativo na aplicação dos jogos é a competitividade. Rahal e Luz (2009) alertam para o aparecimento de atitudes não condizentes com o propósito do jogo e que acabam por ocasionar descontentamentos e sensação de frustração nos alunos, cabe ao professor fazer a condução da atividade para que isso seja minimizado.

Para finalizar a abordagem das atividades inseridas no nosso produto, trouxemos um procedimento experimental como recurso didático para o estudo da representação gráfica da função horária da posição do MRUV.

Com o ensino de Ciências marcado pela transmissão de conteúdos em sua forma final, a experimentação surge extremamente importante para o processo de ensino embora não possa se configurar como a solução para a promoção da aprendizagem (PEREIRA, 2020).

Diante disso, é tarefa do professor propiciar um ambiente favorável à aprendizagem significativa, isto é, que possibilite aos alunos a ancoragem de novos conceitos aos já existentes na sua estrutura cognitiva e apresentem clareza quanto ao papel da experimentação no processo de ensino.

Para Júnior (2011) é através da abordagem experimental que o aluno é capaz de compreender um fenômeno físico e associá-lo à realidade na qual ele está inserido, além de reproduzir novamente o experimento sempre que achar necessário, até a aquisição do conhecimento.

Na área de Ciências muitos defendem a experimentação com o objetivo de usá-la para despertar o interesse dos alunos e conseqüentemente melhorar os resultados no que se refere a aprendizagem (CASSARO, 2012). No entanto, as atividades experimentais devem fazer sentido na estrutura cognitiva do aprendiz e não apenas realizadas de forma meramente técnica.

4 UMA PROPOSTA DE UEPS PARA O ESTUDO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA

A UEPS foi idealizada para ser executada durante 6 encontros presenciais com duração de 100 minutos cada um, o que equivale a 12 aulas de 50 minutos cada. O conteúdo tratado, é o estudo das representações gráficas das funções horárias do movimento retilíneo uniforme e do movimento retilíneo uniformemente variado.

A abordagem desse assunto é feita da seguinte forma:

- 1) Apresentando a definição geral de função, a definição de função constante e a forma de representá-la graficamente, fazendo a associação com os gráficos de $v \times t$ para o MRU e o de $a \times t$ para o MRUV por representarem também funções constantes.
- 2) Abordando a definição de função do 1º grau, sua lei de formação, seus respectivos coeficientes e o estudo de inclinação da reta, fazendo o mesmo com a função horária da posição no MRU e com a função horária da velocidade para o MRUV já que se classificam como funções polinomiais do 1º grau em t .
- 3) Trazendo a definição de função polinomial do 2º grau e discutindo o esboço do gráfico através da função horária do espaço para o MRUV. Identificando a posição inicial ocupada pelo móvel e os instantes em que passa pela origem dos espaços.

O quadro 1 traz o detalhamento dos encontros, com os objetivos que se pretende alcançar ao final de cada um deles e as atividades que foram planejadas para a turma.

Quadro 1: Sequência de aplicação da UEPS

ENCONTRO	OBJETIVOS	ATIVIDADES PLANEJADAS
Momento de planejamento	- Organizar as atividades a serem desenvolvidas nos encontros.	- Escolha do conteúdo, recursos didáticos e materiais bibliográficos.
1º	- Apresentar a proposta e a metodologia de ensino que será utilizada. - Identificar os conhecimentos prévios sobre as representações gráficas e sua aplicabilidade.	- Apresentação da proposta. - Aplicação do questionário inicial. - Discussão do questionário aplicado. - Introdução do conteúdo mediante situações – problema.

2º	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar outras situações problemas agora baseadas nos conhecimentos prévios dos alunos. - Estabelecer os organizadores prévios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da aula anterior; - Continuação do conteúdo; - Leitura e discussão do estudo de caso.
3º	<ul style="list-style-type: none"> - Introduzir o conteúdo com um nível mais elevado de complexidade promovendo a diferenciação progressiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da aula anterior; - Exibição do vídeo que retrata o estudo de caso; - Análise do vídeo considerando a reconciliação integradora.
4º	<ul style="list-style-type: none"> - Estimular a criatividade e o diálogo entre alunos e professor; - Incentivar a participação e o engajamento dos discentes com a proposta. - Promover a reconciliação integradora. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos mapas mentais; - Apresentação dos mapas para socialização em grupo; - Realização do jogo de tabuleiro “de olho na pista”
5º	<ul style="list-style-type: none"> - Concluir a exposição do conteúdo, retomando aspectos importantes para a assimilação significativa do assunto abordado. - Reforçar a postura de mediador do docente no processo de socialização do conhecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de atividade experimental guiada por roteiro previamente elaborado; - Exposição e análise dialogada dos gráficos construídos pelos alunos.
6º	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar a aprendizagem dos discentes mediante a aplicação da UEPS. - Verificar a aceitabilidade dos alunos para com a proposta de aplicação da sequência e a avaliação que fizeram das atividades propostas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de questionário final. - Análise das respostas dadas ao questionário; - Ouvir as impressões dos alunos ao final da aplicação da sequência.
Avaliação da UEPS	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar qualitativamente a evidência de aprendizagem significativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise qualitativa de evidências de aprendizagem significativa.

Fonte: Autoria própria, 2020.

4.1 SEQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DA UEPS

Apresentamos nesta subseção as duas etapas de aplicação da proposta de UEPS. Cada uma dessas etapas é constituída por 3 encontros (de 50 minutos cada) com a turma. A 1ª etapa é precedida por um momento de planejamento e a 2ª e última etapa é finalizada por um momento de avaliação da unidade de ensino.

Vejamos a seguir a ordem de implementação:

- Momento do planejamento

Esse ponto da sequência da UEPS é destinado ao professor, para que possa pensar nas atividades a serem desenvolvidas ao longo dos encontros, visando alcançar os objetivos propostos no início de cada um deles.

Aqui, o professor faz a escolha dos conteúdos, dos recursos didáticos e dos materiais bibliográficos adequados ao nível de ensino. Opta pela melhor forma de repassar o assunto de modo a preparar um material realmente potencialmente significativo.

A importância do planejamento está na possibilidade de fazer a relação direta entre os conteúdos e a realidade educacional. A escola e a realidade dos alunos não devem ser desvinculadas uma da outra, deve-se buscar caminhos para transformar a realidade.

O professor deverá ter como foco de sua atividade docente, contribuir para a aprendizagem significativa elaborando novas metodologias que aproximem o aluno do conhecimento e não o distancie.

Sendo assim, este material está disponível para você Professor (a) que deseja utilizá-lo nas suas aulas de Cinemática. Lembrando que as atividades, a partir do primeiro encontro, podem ser estabelecidas conforme as particularidades da turma e aos conhecimentos prévios dos alunos, referente ao conteúdo.

- 1º encontro

O primeiro encontro, deve iniciar pela apresentação da proposta de aplicação de uma UEPS no ensino de gráficos da cinemática. Cabe ao professor, estimular a participação dos

alunos, solicitando o comprometimento de todos na implementação da sequência de atividades ao longo de mais 5 encontros.

Em seguida, sugerimos que seja aplicado um questionário inicial (ver no apêndice B), e que o mesmo seja respondido individualmente, com o objetivo de se fazer uma sondagem acerca dos conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre funções polinomiais de 1º e 2º grau, quanto às suas formações algébricas e representações gráficas.

Este questionário é constituído por sete questões distribuídas entre objetivas e subjetivas. Elas versam sobre conceitos como o de: função, variáveis independentes e dependentes, funções constantes, funções de 1º e 2º grau, par ordenado, eixo das abcissas e das ordenadas, ideias importantes para o prosseguimento da sequência didática.

Depois de recolhidos os questionários já preenchidos, o professor deve iniciar a socialização em grupo das respostas dadas em cada questão. A partir daqui o professor intervirá apenas quando necessário, quando da ausência de resposta a determinado questionamento ou em caso de discordância na exposição de ideias dos alunos.

Durante esse momento o professor tem a oportunidade de introduzir de forma dialogada as definições de função e de função constante e relacionar o gráfico da função constante com o gráfico de $v \times t$ para o MRU e o de $a \times t$ para o MRUV ambos de funções constantes também.

Além de fixar as definições em sua forma geral, o aluno conseguirá compreender através da representação gráfica o significado da classificação do movimento retilíneo em uniforme e em uniformemente variado. Poderá observar que em ambos os casos, tanto para velocidade constante quanto para a aceleração, os gráficos são retas paralelas ao eixo dos tempos podendo estar acima ou abaixo desse eixo.

É interessante que, em um horário extraclasse, o professor analise cuidadosamente as respostas do questionário, bem como, relembre as explicações dadas pelos alunos na discussão em grupo, para que, além de extrair os conhecimentos prévios possa conhecer as principais dificuldades na assimilação dos conteúdos.

- 2º encontro

Neste encontro, será apresentado um texto de apoio (ver apêndice C), de autoria própria, com o seguinte título: “Maria e seu pé de feijão”. Esse texto relata a história de uma aluna que

se depara com a tarefa de acompanhar o crescimento semanal de um pequeno pé de feijão, adquirido na aula de ciências.

A leitura do texto poderá ser realizada pelo professor ou até mesmo pelos próprios alunos, contanto que o professor fique atento para destacar aspectos relevantes da história do personagem, que nos levem à discussões futuras dentro do conteúdo em questão.

Esse texto, é um material introdutório que deve ser externado antes mesmo de se apresentar o assunto da aula. Durante a leitura, o professor deve apresentar situações que favoreçam a aprendizagem, como por exemplo: comparar as representações gráficas da taxa de crescimento do pé de feijão, com os gráficos das funções horárias da posição do MRU e da velocidade do MRUV, ambas funções polinomiais de 1º grau.

Após a leitura do caso de Maria, o professor apresentará ainda questionamentos que complementem o material potencialmente significativo, material esse, que deve primeiramente, fazer sentido ao estudante (auxiliar na compreensão do conteúdo).

Através de intervenções pontuais, o professor usará esses questionamentos para que os alunos percebam entre outras coisas, a semelhança entre a variação da altura do pé de feijão com o tempo e as variações da posição e da velocidade com o tempo, nos movimentos MRU e MRUV, respectivamente.

- 3º encontro

Essa aula tem início com o professor trabalhando de forma expositiva-dialogada o conteúdo que compreende o estudo da função polinomial do 2º grau.

Após expor a definição de função quadrática, o professor pode explorar juntamente com a turma alguns conceitos iniciais, como o dos coeficientes, raízes ou zeros da função, gráficos que recebem o nome de parábolas, e os vértices, pontos de valor máximo ou mínimo da função.

Nesse caso, a explanação do conteúdo deve ser feita através de tentativas de assemelhar a função polinomial do 2º grau com a função horária da posição para o MRUV, estimulando discussões em grupo com foco na interpretação das representações gráficas, de ambas as funções que se assemelham por se classificarem como funções quadráticas.

O professor pode continuar promovendo a discussão, argumentando acerca das propriedades gráficas da função, como por exemplo do fato das raízes da função quadrática

representarem os pontos em que a parábola toca o eixo x , ou melhor o eixo dos tempos, mostrando assim os instantes em que o móvel passa pela origem dos espaços.

Esse momento corresponde à diferenciação progressiva, os alunos devem se deparar com situações de ordem crescente de complexidade, onde partirão de conceitos mais gerais para os mais específicos. Os conhecimentos adquiridos nos encontros iniciais, agora serão socializados pela turma através das discussões propostas pelo professor que surge apenas como mediador nesse processo.

Esse debate busca promover a reconciliação integradora, processo em que conceitos mais específicos dão significado ao que tem sido repassado aos alunos.

Para encerrar o 3º encontro, sugere-se a reprodução de um vídeo com duração de 4min e 33s, trazendo uma revisão final do assunto abordado nos encontros anteriores. Após a exibição do vídeo, os alunos devem ser orientados a expor suas percepções a cerca dessa ferramenta como facilitadora no processo de ensino e aprendizagem e esclarecer mais alguma dúvida.

O professor poderá reforçar a importância das diversas linguagens no ensino da cinemática em especial a utilização dos gráficos, que são recursos que quando bem trabalhadas no ensino da física e de outras disciplinas, facilitam a análise e a interpretação de um conjunto de dados, fornecendo informações de uma forma mais ilustrativa.

- 4º encontro

No início deste encontro, o professor deve reservar um momento pra explicar aos alunos o que seria um mapa mental e quais os aspectos necessários para sua elaboração, além de apresentar alguns modelos como forma de exemplificação (apêndice D).

A elaboração de um mapa mental, permite o resgate de assuntos já explorados anteriormente, dessa forma, os alunos devem ser estimulados a construir individualmente o seu próprio mapa. Nessa atividade eles poderão perceber que existem diversas formas de se representar um mesmo conteúdo.

Ao longo desse encontro, cabe ao professor fazer diversas intervenções chamando a atenção para a disposição dos conceitos na estrutura de cada mapa. A construção desses mapas, contribui para a verificação da ocorrência de aprendizagem significativa, uma vez que podemos

notar os novos conhecimentos adquiridos sendo ancorados nos já existentes, e que ganham mais sentido quando são extraídos do cotidiano do aluno.

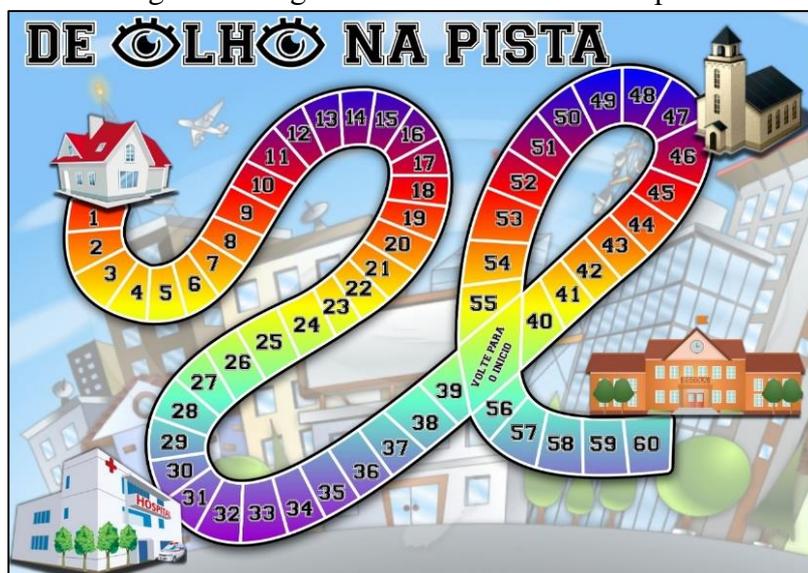
Ao fim da primeira aula (50 minutos) destinada exclusivamente pra criação dos mapas, sugere-se que os alunos exponham seus mapas mentais para a turma. Essa exposição representa mais uma oportunidade de interação entre aluno-aluno e aluno-professor.

Na segunda aula do 4º encontro sugerimos a aplicação de um jogo de tabuleiro estilo trilha abordando o assunto das aulas anteriores. O jogo deve ser disputado entre dois grupos e a cada rodada um integrante diferente da equipe tem a oportunidade de jogar o dado e, caso surja uma pergunta tentará respondê-la para seguir em frente na competição.

Esse artifício lúdico possibilita ao professor abordar outros conteúdos fazendo adaptações conforme a necessidade, como por exemplo, elaborando outras perguntas. É importante que durante o processo de elaboração dos mapas, ele caminhe pela sala verificando as produções e interferindo quando achar necessário.

A Figura 3, é a ilustração do tabuleiro desenvolvido para a atividade proposta.

Figura 3 – Jogo de tabuleiro “De olho na pista”



Fonte: Autoria Própria, 2020.

Cabe ao professor estimular a turma na busca pela resolução dos questionamentos, não apresentando logo a resposta correta exercitando assim a argumentação dos alunos no decorrer da atividade.

Vence a corrida, aquele grupo que alcançar primeiro a linha de chegada. Essa disputa torna a aula mais dinâmica e desenvolve habilidades que não seriam possíveis em aulas

tradicionais onde o aluno não é protagonista do seu processo de aprendizagem, é apenas um mero receptor de conceitos sem associação desses com o seu dia-a-dia.

Disponibilizamos no apêndice E, as regras do jogo de tabuleiro incluindo os materiais necessários e uma lista com os números das “casas” e as perguntas nelas contidas.

- 5º encontro

No quinto encontro, é sugerida a realização de uma atividade experimental sobre o movimento retilíneo uniformemente variado. A aula deve começar com estudo da função horária da posição para o MRUV que possui uma parábola, como representação gráfica já que se trata de uma função polinomial de 2º grau.

Nessa introdução o professor deve chamar a atenção dos alunos para os pontos da parábola que tocam o eixo vertical y (dos espaços, identificando o espaço inicial) e o eixo horizontal x (do tempo, verificando os instantes em que o móvel passa pela origem dos espaços) dando ênfase ainda ao vértice da parábola e a sua concavidade.

Antes de partir para o procedimento experimental do roteiro, trazido como sugestão no apêndice F, pode-se construir com auxílio do Excel, gráficos de $s \times t$ de algumas funções horárias da posição, para que sirvam de modelo para a construção, do gráfico proposto no final do roteiro. Tabela dos valores das variáveis s e t coletados durante o experimento, os alunos devem dar início a elaboração dos gráficos no Excel.

A seguir, é o momento das discussões e análises dos gráficos criados a partir da atividade experimental, mais uma vez o professor deve apenas mediar os debates durante a exposição das representações gráficas, feitas pelos grupos.

Para finalizar a aula, sugere-se a resolução das 5 questões do questionário parte integrante do roteiro. É interessante que o professor auxilie os alunos nessa resolução, fazendo questionamentos extras e apresentando situações similares que facilitem o entendimento das perguntas.

- 6º encontro

O sexto e último encontro de implementação deste produto, é destinado a aplicação de um questionário final (apêndice G).

Constituído por 9 questões, que abrange todo o conteúdo discutido na sequência de ensino, estes questionamentos devem ser respondidos individualmente pelos discentes, sem consulta a nenhuma fonte e sob supervisão do professor.

No entanto, é sugerida essa aplicação pelo menos uma semana após a realização da última aula, tempo suficiente para que os alunos façam uma revisão do conteúdo ministrado ao longo da sequência.

A finalidade deste questionário é além de avaliar a evolução conceitual dos alunos, confirmar a eficiência desse produto como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa, em especial, dos conteúdos de Física. Isso poderá ser verificado através da análise pontual das impressões de cada aluno.

4.2 RELATO DA EXPERIÊNCIA DE APLICAÇÃO DA UEPS

Aqui é apresentada a descrição das etapas de aplicação do produto. Na tentativa de refletir acerca da aprendizagem da Física, as discussões e análises foram feitas com base na observação principalmente do comportamento dos alunos diante a proposta.

A aplicação deu-se em 6 semanas totalizando doze aulas (2 aulas por semana com duração de 50 minutos cada) no período compreendido entre 20 de março de 2019 a 02 de maio de 2019.

4.2.1 MOMENTO DE PLANEJAMENTO

O primeiro passo na preparação da intervenção pedagógica foi a definição do conteúdo a ser trabalhado na UEPS através da verificação da aplicabilidade de determinado assunto no dia a dia do aprendiz. Na sequência, listamos os recursos a ser utilizados na identificação dos

conhecimentos prévios; na elaboração das situações-problema propostas durante a aplicação da sequência e estipulamos um tempo necessário para a realização de cada atividade.

Por uma questão estrutural, na escola contamos apenas com o espaço do laboratório de informática. Os encontros foram realizados em contra-turno (turno da tarde) em uma turma do 9º ano do turno da manhã.

Diante dessa realidade, foram feitas as reservas do laboratório didático de Física da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos – FAFIDAM para a realização das atividades experimentais. Foram preparados ainda nesse período, vídeos, textos e demais materiais impressos como questionários e roteiros.

4.2.2 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS.

1º Encontro

No dia 20 de março de 2019 (quarta-feira) a intervenção pedagógica foi iniciada com a apresentação da proposta e seus objetivos. A princípio, os alunos se mostraram um pouco acanhados com essa nova metodologia, porém, depois dessa conversa inicial, eles se comprometeram a participar das atividades até mesmo por curiosidade.

Esse encontro é uma das principais etapas da aplicação do produto pois objetiva o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos uma vez que, é a partir do subsunçor (conceitos relevantes preexistentes) que o novo conhecimento poderá se inserir na estrutura cognitiva do aluno possibilitando assim uma aprendizagem significativa. Para tanto, aplicamos um questionário inicial para explorar esses conhecimentos (Apêndice B).

Para esse momento da intervenção destinamos uma aula, ou seja, 50 minutos e ao fim desse tempo recolhemos os questionários para uma avaliação posterior das respostas que será discutida mais adiante. Nos outros 50 minutos foi realizada em grupo a discussão do questionário até como forma de apresentar o conteúdo em nível introdutório.

Foram apresentadas as definições de função e função constante, além da maneira de se representar graficamente esse tipo de função. Para exemplificar o estudo desse tipo de função partimos para a cinemática usando a classificação dos movimentos em movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado.

Na representação gráfica da velocidade em função do tempo para o MRU, deixou-se claro o fato da velocidade ser uma grandeza constante no tempo e a área sob a curva ser numericamente igual ao deslocamento durante certo intervalo de tempo. Já no gráfico da aceleração em função do tempo do MRUV atentou-se para o fato da aceleração ser constante com o tempo, além da área sob a curva ser numericamente igual a variação de velocidade sofrida pelo móvel em determinado intervalo de tempo.

Ao final desse encontro os alunos puderam conhecer outra forma de representar a relação existente entre duas grandezas, como a velocidade e o tempo, através do gráfico de uma função constante e ainda se certificar do que os cálculos das áreas sob as curvas, representam em cada movimento.

Num momento extraclasse, foram analisadas as respostas dadas ao questionário. No primeiro encontro, 17 alunos se fizeram presentes, dentre eles 10 do sexo feminino e 7 do sexo masculino.

Com base nas informações coletadas com o questionário inicial, percebeu-se que os alunos reconhecem ter estudado o conteúdo de funções e até funções horárias bem como as suas respectivas representações gráficas. No entanto, apresentaram dificuldades na interpretação gráfica e na elaboração de definições dentro do assunto abordado.

Quando abordadas as funções horárias em algumas situações-problema durante a discussão do questionário, pode-se notar que alguns alunos reconheceram-nas dando inclusive os nomes das grandezas envolvidas como posição, velocidade, aceleração e tempo. Contudo, a interpretação dos gráficos dessas funções mostrou-se um entrave para o entendimento completo do conteúdo.

4.2.3 ESTUDO DE CASO

2º Encontro

Realizado no dia 27 de março de 2019 (quarta-feira) o segundo encontro contou com um estudo de caso como principal recurso didático. Intitulado como *Maria e seu pé de feijão* essa narrativa pode ser encontrada no produto educacional no apêndice C deste documento.

Primeiramente foi realizada em grupo a leitura do caso. Duas alunas se dispuseram a interpretar as personagens da história. Maria, a aluna estudiosa e dedicada na realização das tarefas escolares e sua mãe que sempre está disposta a auxiliá-la nos estudos. Por permitir a contextualização, essa estratégia pode enquadrar-se como parte de um material potencialmente significativo.

Após a leitura do caso, divididos em três grupos, os alunos responderam de forma escrita 3 questões que foram propostas, e após uma breve discussão dentro do grupo, uma única resposta foi apresentada.

Todos os grupos responderam corretamente as perguntas, mesmo não usando uma linguagem adequada. Conseguiram através do gráfico elaborado pelo personagem do caso, interpretar a relação existente entre a altura do pé de feijão e os intervalos de tempo.

Na terceira e última questão, fazendo o uso do papel milimetrado, os alunos construíram a representação gráfica que demonstrasse a relação entre duas grandezas previamente escolhidas por eles e além disso elaboraram as interpretações adequadas a cada uma delas.

O grupo 01 decidiu representar o processo de crescimento do cabelo de uma colega da classe, temos a seguir a interpretação dada pelo grupo:

Grupo 1: Nosso grupo criou um gráfico para mostrar o processo do crescimento mensal do cabelo de uma das meninas. Colocamos os centímetros no eixo y e os meses do ano no eixo x. A interpretação do nosso gráfico é a seguinte: por mês, ocorre um aumento de 1cm no comprimento final do cabelo da nossa colega. A gente colocou um comprimento inicial de 40cm para o cabelo dela.

O grupo 02 optou por mostrar o emagrecimento semanal de uma pessoa durante um mês de dieta, segue a análise feita pelo grupo:

Grupo 2: Nosso gráfico mostra o emagrecimento de uma pessoa durante um mês de dieta. No eixo x a gente colocou as 4 semanas do mês e no eixo y o peso perdido em kg. Aqui a gente mostrou um jeito diferente para o gráfico de Maria, pois a reta fica para outro lado, mostrando assim a perda de peso. Em cada semana a pessoa perdeu 0,5 kg, alcançando a marca de 48 kg ao final do mês. Lembrando que no início da dieta ela tinha 50kg.

O grupo 03 escolheu reproduzir graficamente, a relação entre a altura de uma pessoa e o passar dos anos, os alunos fizeram a seguinte descrição:

Grupo 3: Como outro grupo usou o exemplo do peso, a gente escolheu a altura de uma pessoa para representar no nosso gráfico. A gente vê na interpretação dele que uma pessoa aumenta por ano, 7cm na sua altura. Esse ponto do início da reta representa 160cm, que é a altura da pessoa no final do ano de 2018. Daí, nosso gráfico é de altura (em cm) versus tempo (em anos).

Essa última questão do estudo de caso foi proposta para estimular os alunos na construção de suas próprias representações gráficas, mas principalmente na elaboração de uma interpretação para a relação entre os dados que eles propuseram.

Cada grupo, representado por um aluno, teve seu gráfico reproduzido no quadro e suas respectivas interpretações discutidas com os colegas dos demais grupos. Durante esse momento, todos chamaram a atenção para o grupo 02 que apresentou uma configuração gráfica diferente da proposta no caso do início da aula, mas conseguiram criar uma interpretação compatível com os dados mostrados no gráfico.

O objetivo desse encontro era evidenciar o estudo das representações gráficas de funções do 1º grau, em especial, a função horária da posição para o MRU. Percebeu-se que após a leitura do caso e a elaboração de seus próprios gráficos os alunos conseguiram fazer interpretações, identificando quem eram os coeficientes linear e angular nas figuras por exemplo e mostraram-se mais seguros na tanto da elaboração como na apresentação dos gráficos.

4.2.4 AULA EXPOSITIVO-DIALOGADA E EXIBIÇÃO DE VÍDEO.

3º Encontro

No terceiro encontro ocorrido no dia 04/04/19 parte do conteúdo foi apresentado de forma expositiva e dialogada. Inicialmente foi discutida a definição de função polinomial do 2º grau, os alunos foram orientados a reconhecer esse tipo de função e relacionar as diferenças encontradas entre as funções polinomiais do 1º e do 2º grau.

Discutiu-se alguns exemplos para que os alunos não tivessem dificuldades em representar graficamente, no plano cartesiano a função quadrática e em identificar o vértice da parábola e suas raízes, quando de sua existência.

Em seguida, o estudo direcionou-se à função horária da posição para o MRUV, que também é uma função quadrática, para que os alunos pudessem apontar as mesmas características das funções usadas como exemplo anteriormente.

Ao final da aula, foi exibido um vídeo que retorna à Maria, a nossa personagem do caso, que agora, numa conversa com a sua professora, usa de todos os conhecimentos adquiridos nas aulas de ciências para fazer uma espécie de revisão dos conteúdos abordados na UEPS. A Figura 4 traz um recorte de tela do vídeo exibido.

Figura 4 – Vídeo exibido aos alunos



Fonte: Autoria própria, 2020.

Embora curto, o vídeo foi detalhadamente analisado pela turma. Foram feitas pausas durante sua segunda exibição para que fossem discutidas as cenas entre os personagens. Como tradicionalmente os processos de ensino e aprendizagem apoiam-se nas linguagens verbal e escrita utilizou-se esse recurso audiovisual por acreditarmos na inserção de novas tecnologias na escola, como essa, que não substitui outros recursos, mas os complementa e se integra a eles.

4.2.5 ELABORAÇÃO DE MAPAS MENTAIS E REALIZAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO

4º Encontro

Realizado no dia 17/04/19 esse encontro foi subdividido entre a elaboração de mapas mentais e a realização de um jogo de tabuleiro, ambas estratégias utilizadas com o objetivo de facilitar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo em questão.

Em um primeiro momento os alunos foram orientados novamente a formar 3 grupos como em aulas anteriores e comunicados de que a atividade se tratava da elaboração de mapas mentais cujo tema seria: gráficos das funções horárias.

Diante da proposta todos os alunos demonstraram familiaridade com o uso dessa ferramenta, relataram que em outras disciplinas costumavam elaborar mapas mentais e que eles auxiliavam na delimitação do conteúdo que estavam estudando. Os grupos entraram em um acordo e decidiram renomear o tema central dos mapas dessa atividade optando por: A física dos gráficos.

Pelo fato de já terem utilizados essa ferramenta, os alunos não apresentaram dificuldades na tarefa.

Em geral na análise feita dos mapas elaborados nessa atividade percebeu-se as diferentes maneiras que os alunos armazenam e organizam as informações. Nota-se ainda que não houve dificuldade em esboçar os gráficos que foram construídos apenas para ilustrar o conteúdo.

Utilizar uma ferramenta de aprendizagem como os mapas mentais serviu para apoiar a apropriação dos principais aspectos abordados e verificar as relações hierárquicas, estabelecidas entre as figuras e as equações por exemplo, e perceber como os alunos representam o que entenderam de determinado conteúdo.

Ao final da atividade, cada grupo escolheu um membro da equipe para explicar o mapa do seu grupo para toda a sala. Nesse momento surgiram algumas sugestões de como melhorar a disposição das ideias de modo a atender o conteúdo de forma mais completa.

Na segunda parte da aula, finalizadas as apresentações dos mapas, os alunos dividiram-se em apenas 2 grupos denominados A e B. Foram comunicados que participariam de um jogo de tabuleiro estilo trilha com partida e chegada.

Cada rodada era iniciada com um representante do grupo, jogando um dado para se obter o número de casas a serem ocupadas. Ao ocuparem casas com perguntas, alguns alunos utilizaram quadro branco e pincel para responder os questionamentos.

Utilizar esse jogo como ferramenta no processo de aprendizagem promoveu o engajamento da turma por ser uma atividade mais atrativa e desafiadora que fez o aluno querer permanecer nela.

A cada pergunta, um membro diferente tentava respondê-la, isso deu oportunidade à todos de expor sua compreensão e as suas dificuldades. Alguns alunos se mostraram um pouco envergonhados em usar o quadro ou falar em público, mas ao mesmo tempo queriam ajudar ao seu grupo a avançar na disputa e isso os motivava a participar.

A atividade chegou ao fim com o grupo B tornando-se vitorioso. No outro grupo embora tenha perdido percebeu-se que a sensação de frustração foi reduzida, diferentemente de quando o aluno realiza uma prova e que não se sai tão bem, durante o jogo ambos os grupos focaram no estímulo a evolução e não à perfeição. Ainda no apêndice E estão as numerações das casas com a disposição de suas respectivas perguntas.

4.2.6 ATIVIDADE EXPERIMENTAL

5° Encontro

Devido a precária estrutura física da escola, o quinto encontro realizado no dia 25/04/19 ocorreu na Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM) mais precisamente no laboratório do curso de Licenciatura Plena em Física reservado ainda no momento de planejamento para que se pudesse realizar uma atividade prática como proposta no roteiro previamente elaborado (ver apêndice F)

A coordenação da escola garantiu o transporte dos alunos até a cidade vizinha Limoeiro do Norte, onde está situada a FAFIDAM, campus interior da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Nesse encontro estiveram presentes 17 alunos, quantidade ideal para o espaço, que possui capacidade para no máximo 20 pessoas.

Inicialmente os alunos foram apresentados ao novo ambiente e as suas regras gerais de segurança e conduta. Em seguida, receberam o roteiro da atividade prática a ser realizada na aula com o objetivo de estudar o movimento uniformemente variado e representá-lo graficamente.

Foi feita a leitura completa do roteiro, começando pelos materiais utilizados. Em seguida, a fundamentação teórica voltada para o estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado foi discutida e o procedimento experimental foi analisado passo a passo para evitar possíveis erros na execução do experimento.

Optou-se por utilizar o Excel para a construção dos gráficos solicitados no roteiro por ser uma ferramenta simples e facilmente encontrada até nos smartphones. Antes de iniciar a coleta dos dados para o preenchimento do roteiro, utilizou-se alguns exemplos aleatórios de funções horárias da posição do MRUV onde foram atribuídos valores ao tempo para mostrar aos alunos como organizar os dados em uma tabela no Excel e usar a opção inserir gráfico desse programa.

Além dos próprios smartphones, dois computadores estavam disponíveis para os alunos exercitarem nesse momento. Devido ao conhecimento adquirido nos encontros anteriores, antes mesmo de usar a opção inserir gráfico os alunos já sabiam como o gráfico de $s \times t$ se comportaria. Sabendo que se tratava de uma parábola já compreendiam para onde seria voltada a sua concavidade e quais os pontos em que a parábola tocaria os eixos do espaço ou do tempo.

Depois de familiarizados com o programa foi iniciado o experimento proposto no roteiro, os alunos foram divididos em dois grupos A e B , ambos realizaram a coleta de dados que foram usados para a elaboração dos gráficos no Excel.

A atividade prática consistia em utilizar um cronômetro para medir o tempo que uma esfera leva para percorrer determinadas distâncias numa calha inclinada. Após a coleta dos valores de tempo para se percorrer as distâncias de 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 75 cm e 90 cm em 3 tentativas, ambos os grupos preencheram a tabela a seguir

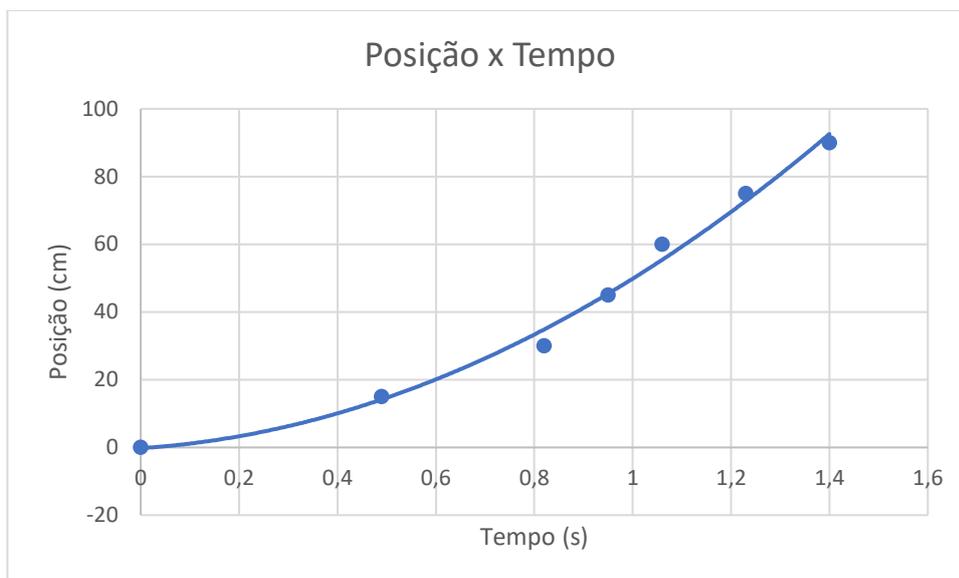
Tabela 1: Dados coletados pelos grupos

s (cm)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_m (s)
$s_0 = 0$ cm				
$s_1 = 15$ cm				
$s_2 = 30$ cm				
$s_3 = 45$ cm				
$s_4 = 60$ cm				
$s_5 = 75$ cm				
$s_6 = 90$ cm				

Fonte: Autoria própria, 2020.

Na última coluna temos o valor médio dos tempos, usado pelos alunos do grupo A na construção do gráfico da posição versus tempo da Figura 5 abaixo:

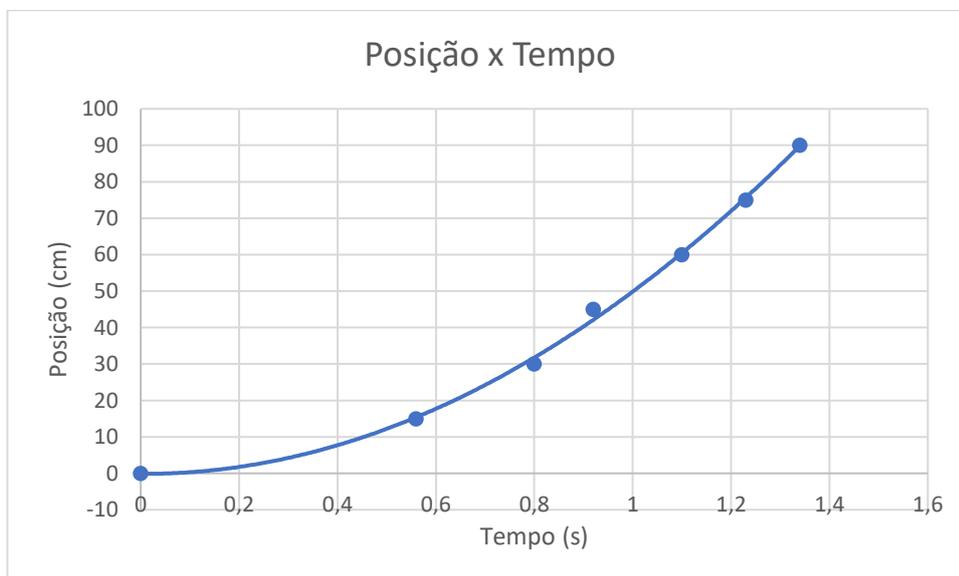
Figura 5 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo A



Fonte: Autoria própria, 2020.

O mesmo procedimento, realizado pelo grupo B, resultou na seguinte representação elaborada com o auxílio do Excel.

Figura 6 – Gráfico da posição versus tempo elaborado pelo grupo B



Fonte: Autoria própria, 2020.

Durante a elaboração dessas representações gráficas os alunos tiveram dúvidas esclarecidas quanto as escalas utilizadas, os nomes dados aos eixos e a formatação de forma geral dos gráficos.

Desse encontro vale destacar a importância do planejamento, pois nele preparou-se o material como o roteiro dessa atividade. Devido a atenção dada a leitura prévia do procedimento experimental, foi possível realizar as medidas e construir uma figura compatível com a relação entre as grandezas posição e tempo, esperada para o movimento uniformemente variado.

Os alunos reconheceram nos gráficos feitos por eles o espaço inicial representado na tabela por $S_0 = 0$ como sendo o ponto em que a parábola toca o eixo vertical. Além disso, antes de calcularem a aceleração do movimento da esfera, afirmaram que ela seria positiva por conta da concavidade da parábola ser voltada para cima.

Observações como as citadas no parágrafo anterior vindas dos alunos, apenas confirmam o potencial significativo do material desenvolvido para essa UEPS. A preocupação está em colocar o aluno como protagonista do seu processo de aprendizagem promovendo atividades que façam sentido para o aprendiz.

O último momento com a turma ainda no laboratório foi a discussão e resolução do questionário composto por 5 questões, parte integrante do roteiro. Embora a atividade prática tenha sido feita em grupo todos os alunos receberam seu roteiro para acompanhar os procedimentos experimentais, o que facilitou a participação de todos evitando assim ficarem dispersos.

4.2.7 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS

6º Encontro

No sexto encontro (02/05/19) uma semana após o encontro de realização da atividade experimental, foi solicitado a coordenadora pedagógica que ela aplicasse o questionário final. Um total de 20 alunos respondeu individualmente sem consulta a nenhum tipo de material, e as análises das respostas são apresentadas mais adiante.

Após os questionários serem recolhidos, o professor em um momento extraclasse fez a análise das respostas de forma qualitativa. Vale salientar que a avaliação da aprendizagem dos discentes não está simplesmente ligada ao fato de serem dadas respostas certas ou erradas aos questionários mas a todo o processo de desenvolvimento das atividades que nos permitiram confirmar a internalização do saber na estrutura cognitiva do aluno.

Embora seja feita a análise do questionário final, são os acontecimentos ocorridos durante a aplicação da sequência que nos permite refletir sobre se o aluno conseguiu assimilar o conteúdo e reconhecê-lo aplicado em situações do seu dia-a-dia.

O questionário final era composto por 9 questões entre objetivas e subjetivas. As quatro primeiras questões haviam sido reproduzidas também no questionário inicial e o restante delas, buscavam evidências de que as situações de aprendizagem apresentadas durante a sequência contribuíram para o melhor entendimento da matéria.

Analisando as respostas dos questionários e observando o desempenho dos alunos nas atividades, vimos que a atitude do professor em tornar as aulas mais dinâmicas construindo uma sequência de ensino bem estruturada, acabou por resgatar o interesse do aluno em aprender, pois agora sentiam-se estimulados em participar das intervenções visto que ocupavam um lugar de destaque no seu processo de aprendizagem.

4.2.8 AVALIAÇÃO DA UEPS

Diante das respostas dadas ao questionário final, dos depoimentos e participações dos alunos durante o período de aplicação da UEPS, consideramos a proposta de implementação da sequência didática muito proveitosa.

O modo de abordagem do conteúdo foi discutido previamente para se construir uma sequência lógica e dinâmica que evitasse a fadiga dos alunos durante a aplicação da UEPS.

O conjunto de atividades realizadas no geral, favoreceram a aprendizagem significativa pois ao final de cada encontro os alunos mostravam-se satisfeitos por estar aprendendo e reconhecendo no seu cotidiano, situações de aprendizagem capazes de promover a atribuição de significados aos mais diversos temas.

A seguir, serão feitas mais considerações acerca da experiência do uso de uma UEPS no estudo dos gráficos em cinemática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inovar as estratégias didáticas tem sido uma tarefa cada vez mais difícil para os professores que enfrentam a realidade estrutural das escolas e o modelo de ensino centrado na figura deles como único detentor do conhecimento. Essas condições não contribuem para um ambiente favorável a aprendizagem significativa pois não promovem envolvimento dos alunos em atividades reflexivas e de comum ocorrência em seu dia a dia.

Nessa perspectiva, esse trabalho desenvolveu uma unidade de ensino potencialmente significativa como recurso didático, voltado para o estudo de gráficos em cinemática pretendendo inserir esse conteúdo através de atividades e materiais que despertem o interesse do aluno em aprender buscando significados e tornando-se protagonista do seu processo de ensino-aprendizagem.

As análises dos questionários, a observação dos alunos no decorrer das ações majoritariamente colaborativas, nos deram indícios suficientes da eficiência da UEPS, os discentes não apenas participaram mais das aulas como conseguiram interpretar situações-problema corretamente e com maior facilidade.

É importante ressaltar que o planejamento é uma etapa fundamental para o sucesso da UEPS, pois como essa metodologia deve se adequar a turma, o professor tem o tempo necessário para fazer os ajustes a realidade escolar e a sala de aula.

Por fim, concluímos que a metodologia de uso das UEPS com base na TAS proposta para o estudo das representações gráficas em cinemática, foi aceita satisfatoriamente pelos alunos pois as atividades por vezes retratavam o cotidiano deles, fato que os deixavam mais à vontade para expor os seus conhecimentos prévios sobre o assunto.

APÊNDICE

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL/CONHECIMENTOS PRÉVIOS

I. IDENTIFICAÇÃO:

1. Nome: _____

2. Sexo:

Feminino

Masculino

3. Idade: _____

II. IDENTIFICANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS:

1. Nas aulas de matemática você já estudou o conteúdo de função? Expressões do tipo: $f(x) = 2x + 1$ ou $y = 2x + 1$.

Sim

Não

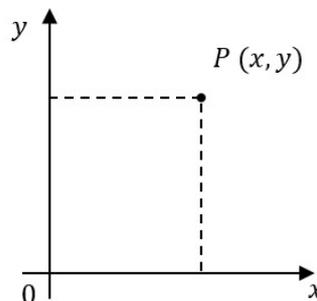
2. Na função dada acima, qual letra representa a variável independente e qual letra representa a variável dependente?

Variável independente: _____

Variável dependente: _____

3. Escreva com suas palavras o que seria uma função?

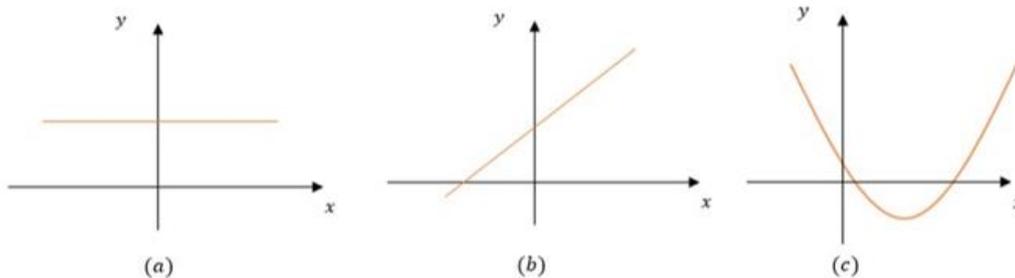
4. Identifique na figura: (1) eixo das ordenadas; (2) par ordenado e (3) eixo das abscissas.



5. Nos livros de matemática ou ciências, ou até mesmo através dos meios de comunicação, você já viu as seguintes representações gráficas ou algo parecido com elas?

Sim

Não



5.1 Qual dos gráficos acima representa uma função de 1º grau? E uma função constante? Qual gráfico representa uma função de 2º grau?

6. Nas aulas de matemática ou ciências você já estudou o conteúdo de gráficos como os da figura da questão 5?

Sim

Não

7. Escreva com suas palavras o que seria um gráfico

APÊNDICE C – O CASO

Maria e o seu pé de feijão

Na sexta-feira, último dia letivo da semana, a professora de ciências da turma de Maria propôs uma atividade prática e simples de ser executada. Cada aluno tinha a missão de acompanhar diariamente durante uma semana o crescimento de um pequeno pé de feijão. Eles receberam cada um, uma muda colocada em um recipiente, a tarefa era registrar o crescimento diário do pé de feijão e arrumar uma maneira de representar isso.

Ao chegar em casa a mãe de Maria realizou a primeira medida: - Filha, vamos usar essa régua para fazer a medição das alturas e esse bloco de anotações para registrar os dados obtidos.

Maria teve ainda a seguinte ideia: - Que tal elaborarmos uma tabela com os dias e as alturas medidas?



A mãe respondeu: - Excelente, faremos dessa forma então. Mas não esqueça de registrar a altura inicial que o pé de feijão possui que é de 6 cm, medida ao fim do primeiro dia.

Seguindo esse raciocínio, mãe e filha construíram ao final da semana a tabela abaixo:

De posse da tabela, a mãe de Maria diz: - E agora filha? Como faremos para representar a relação que existe entre os valores obtidos?

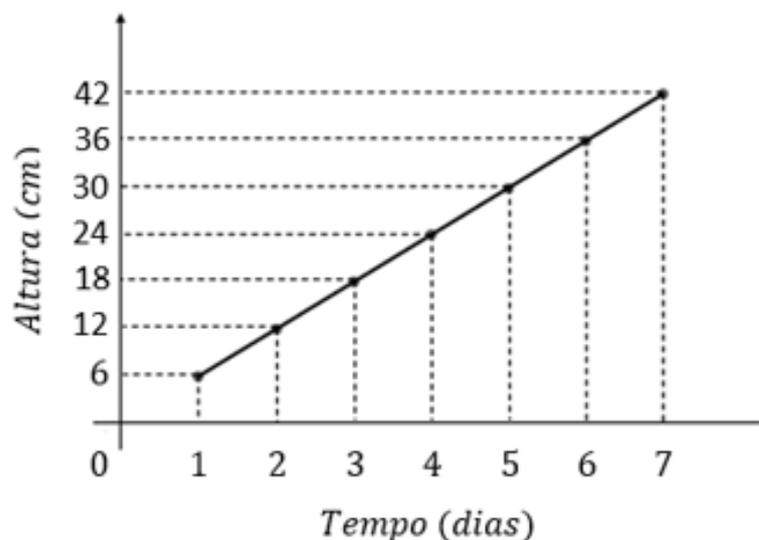
Depois de pensar um pouco e de consultar as anotações das aulas anteriores, Maria decide:

- Podemos construir um gráfico. Basta substituímos o eixo x por um eixo com os dias e o eixo y por um eixo com as alturas do pé de feijão e ligar os pontos que encontrarmos.

- Então vamos tentar. Respondeu sua mãe.

Dia	Altura
1°	6 cm
2°	12 cm
3°	18 cm
4°	24 cm
5°	30 cm
6°	36 cm
7°	42 cm

Após discutirem entre si, apresentaram a seguinte representação gráfica para o crescimento do pé de feijão adquirido por Maria:



Preocupadas com o dia em que Maria iria apresentar a realização da tarefa em frente a professora e os demais colegas, mãe e filha optaram por elaborar uma interpretação para o gráfico que foi construído. Maria então escreveu:

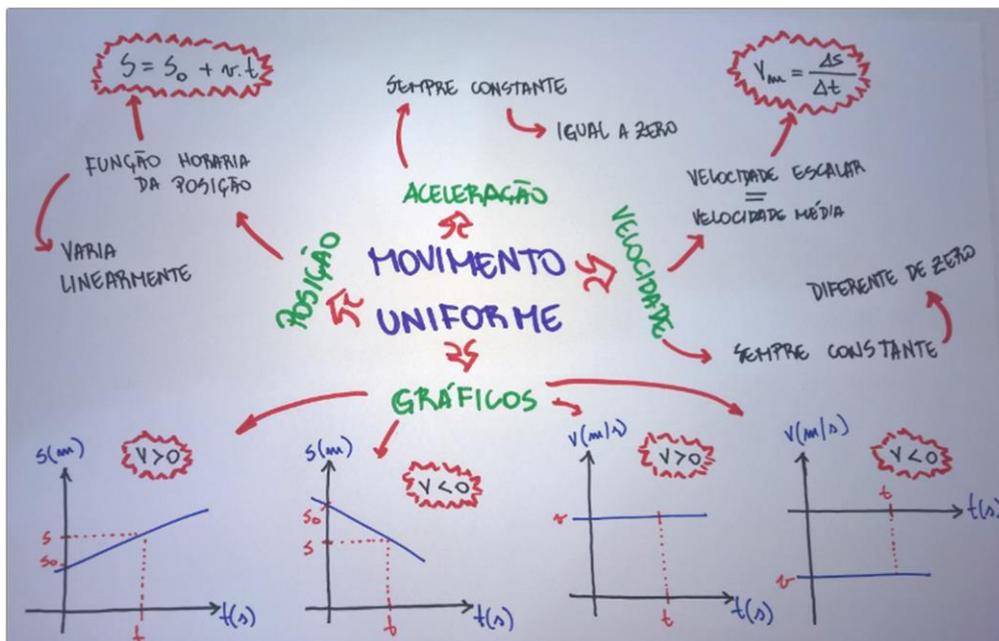
“Através do gráfico podemos entender a relação que existe entre o tempo (dias) e a altura (em cm) do pé de feijão. Pela inclinação da reta notamos que o pé de feijão cresce 6 cm a cada dia que passa, ou seja, a taxa de variação do crescimento da muda é constante.”

Fonte: Autoria própria, 2020.

APÊNDICE D – PROPOSTAS DE MAPAS MENTAIS

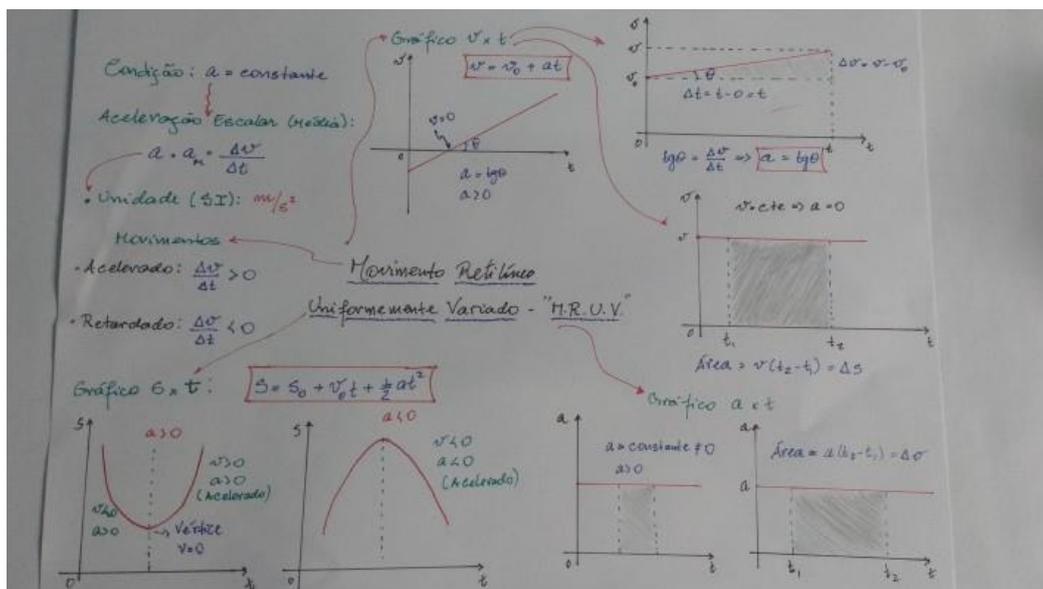
Aqui estão disponíveis duas propostas de mapas mentais que foram expostos aos alunos no início da atividade de elaboração de mapas mentais propostas à eles, mas que não ficaram disponíveis para consulta.

Figura: Mapa Mental do Movimento Uniforme



Fonte: www.descomplica.com.br

Figura: Mapa Mental do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado



Fonte: www.descomplica.com.br

APÊNDICE E – REGRAS DO JOGO: DE OLHO NA PISTA

PARTICIPANTES: 2 equipes

MATERIAIS: Tabuleiro, 2 carrinhos de plástico e um dado.

MODO DE JOGAR:

- Cada jogador representante de sua equipe escolhe uma pista e um carrinho, colocando-o na casa da largada.
- O jogo inicia com o primeiro jogador lançando o dado e avançando o número de casas sorteado no dado.
- O carrinho que primeiro atingir o final da pista, casa da chegada, é o vencedor do jogo.

DEMAIS REGRAS:

CASA 4 – Olá! O jogo está só começando, para que você e seu grupo se saiam vencedores desenhe o gráfico de v versus t para o movimento retilíneo uniforme e avance duas casas. Dica: é o gráfico de uma função constante.

CASA 6 – Cuidado! Não se apresse em chegar tão cedo à escola, pois o porteiro ainda não abriu o portão, volte 3 casas.

CASA 8 – Fique uma vez sem jogar

CASA 9 – Vamos em frente! Para avançar 4 casas responda a seguinte pergunta com V ou F : A área sob a curva é numericamente igual ao ΔS , isso num gráfico de v versus t para o MRU ?

CASA 11 – A função horária da posição para o MRU é $S = S_0 + v \cdot t$. É correto afirmar que S_0 é o ponto em que a reta toca o eixo y ? Se acertar avance duas casas e se errar volte uma casa.

CASA 13 – Jogue duas vezes.

CASA 15 – Na função horária da posição para o MRU , a tangente do ângulo de inclinação da reta é numericamente igual

a: S_0 ou v ? Avance 5 casas, caso acerte. Errando, permaneça onde está e aguarde a próxima rodada.

CASA 20 – Na função horária $S = 3 + 5 \cdot t$, determine o espaço inicial S_0 e a velocidade v . Se acertar ande 3 casas, errando volte 4 casas.

CASA 21 – Não desanime, continue seguindo adiante. Avance 4 casas e boa sorte.

CASA 23 – Passe a vez.

CASA 27 – Como todos nós sabemos no MRU a velocidade é constante, portanto, nesse movimento a aceleração é nula ($a = 0$). Para avançar 5 casas faça o gráfico de a versus t para o MRU .

CASA 30 – Para o $MRUV$ a aceleração é constante. Desenhe um gráfico de axt para $a = -3 \text{ m/s}^2$ e avance duas casas.

CASA 31 – Volte duas casas.

CASA 34 – Num gráfico de axt para o $MRUV$ a área sob a curva é numericamente igual a Δv ou ΔS ? Se acertar, avance 3

casas, se errar volte 3 casas e seja mais atencioso.

CASA 38 – A função horária da velocidade para o *MRUV* é $v = v_0 + a \cdot t$. Aqui, v_0 é o ponto em que a reta toca o eixo y ? Caso acerte, avance 4 casas.

CASA 40 – Já passou da metade do caminho! Muito bem! Para avançar mais duas casas determine v_0 e a na função horária da velocidade $v = 15 - 2 \cdot t$.

CASA 42 – Para seguir em frente por mais 3 casas. Encontre o instante em que a velocidade se anula na função horária $v = 12 - 3 \cdot t$.

CASA 44 – Jogue duas vezes.

CASA 47 – Você e seu grupo estão indo muito bem. Siga em frente por mais 3 casas.

CASA 50 – Fique uma vez sem jogar.

CASA 52 – A função horária da posição $S = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$ do *MRUV* tem como gráfico uma parábola. Se a parábola tem concavidade voltada para cima a aceleração é positiva ou negativa? Se acertar avance uma casa.

CASA 54 – S_0 é o ponto em que a parábola toca qual dos eixos? Avance uma casa caso acerte. Se errar volte 3 casas.

CASA 56 – Volte para a casa 39.

CASA 57 – Seu destino está próximo! Para chegar até ele, faça o gráfico de $S = 3 - 2 \cdot t - t^2$ para os instantes de tempo de $t = 0$ a $t = 7s$ e avance 3 casas! Se errar, volte para a casa 50.

APÊNDICE F – ROTEIRO DE ATIVIDADE PRÁTICA

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

ALUNO (A): _____ DATA: ___/___/___

1. OBJETIVOS

- Estudar o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado;
- Representar o mesmo graficamente.

2. MATERIAL

- Calha de cano PVC devidamente marcada com escala métrica;
- Esfera de ferro e de vidro;
- Suporte com dois degraus para a inclinação da calha;
- Cronômetro;
- Régua.

3. FUNDAMENTOS

Definição: Chamamos de movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) o movimento ao longo de uma reta com aceleração escalar constante. Como a aceleração escalar instantânea é a mesma em todos instantes, ela coincide com a aceleração escalar média, qualquer que seja o intervalo de tempo considerado. Assim, no movimento uniformemente variado (MUV), a velocidade escalar sofre variações iguais em intervalos de tempos iguais.

Função Horária da Velocidade: Por definição a aceleração escalar média a_m é à razão entre a variação de velocidade e o intervalo de tempo correspondente:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

Adotando o instante inicial do movimento, $t_0 = 0$, temos:

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - 0} \Rightarrow v = v_0 + a_m t.$$

Como no MUV a aceleração escalar média é igual a aceleração escalar instantânea, $a_m = a$. Logo, podemos escrever:

$$v = v_0 + at.$$

Esta é a função horária da velocidade para o movimento retilíneo uniformemente variado. Como ela é uma função do 1º grau, seu gráfico é uma reta inclinada como representado abaixo.

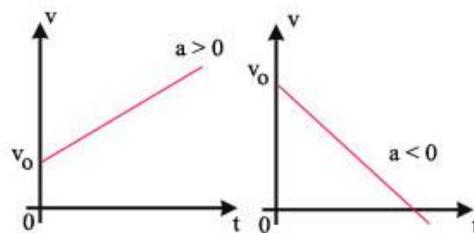


Figura 1. Gráficos da função horária da velocidade.

Função Horária da Posição: Para obtermos a função horária da posição, usamos uma das propriedades do gráfico da velocidade em função do tempo: a “área” entre o gráfico e o eixo do tempo corresponde à variação da posição naquele intervalo de tempo. No gráfico abaixo, a área destacada é a variação de espaço Δx , de $t_0 = 0$ a t :

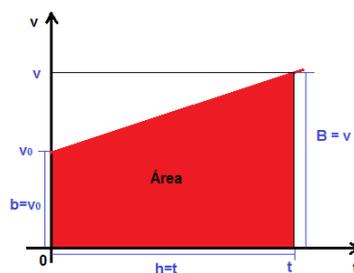


Figura 2. Gráfico da função horária da velocidade.

Assim,

$$\Delta x = \frac{(v_0 + v) \cdot t}{2} \Rightarrow \Delta x = \frac{(v_0 + v_0 + at)}{2} t \Rightarrow$$

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

Esta é a função horária da posição para o movimento retilíneo uniformemente variado.

4. PARTE PRÁTICA

- Instruções para realização da atividade prática

1. Façam a esfera percorrer a partir do repouso, em experimentos sucessivos, as distâncias marcadas na calha.

2. Cronometrem o tempo de cada um dos percursos.

3. Para facilitar a cronometragem, coloquem obstáculos em cada posição, a fim de parar o cronômetro exatamente no instante da batida.

- Procedimentos experimentais

1. Anote na tabela 1 os valores do espaço s , em cm , na 1ª coluna.

2. Anote na Tabela 1 os valores do tempo t registrado pelo cronômetro, associado a cada um dos espaços s , realizando três medidas.

Tabela 1.

s (cm)	t (s)	t (s)	t (s)	t_m (s)
$s_1 = \underline{\hspace{2cm}}$				$t_1 = \underline{\hspace{2cm}}$
$s_2 = \underline{\hspace{2cm}}$				$t_2 = \underline{\hspace{2cm}}$
$s_3 = \underline{\hspace{2cm}}$				$t_3 = \underline{\hspace{2cm}}$
$s_4 = \underline{\hspace{2cm}}$				$t_4 = \underline{\hspace{2cm}}$
$s_5 = \underline{\hspace{2cm}}$				$t_5 = \underline{\hspace{2cm}}$
$s_6 = \underline{\hspace{2cm}}$				$t_6 = \underline{\hspace{2cm}}$

Obs.: O valor t_m é obtido a partir do cálculo da média aritmética simples, ou seja, a soma de todas as medidas dividido pelo número de medidas.

4. Utilizando o excel, faça o gráfico do espaço \times tempo usando os dados da tabela anterior.

5. QUESTIONÁRIO

1. A esfera percorre distâncias iguais em intervalos de tempos iguais?

2. O movimento é uniforme ou variado?

3. Sendo $s_0 = 0$ (a esfera parte da origem) e $v_0 = 0$ (a esfera parte do repouso), os valores obtidos obedecem a função $s = \frac{at^2}{2}$, com a constante? Para isso verifique se $a = \frac{2s}{t^2}$ é ou não constante.

4. O gráfico obtido no procedimento 4 se aproxima de uma reta ou de uma parábola?

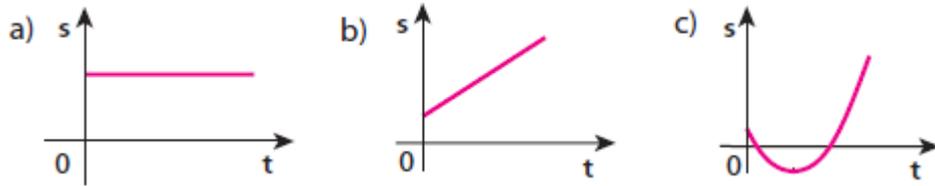
5. O movimento é uniformemente variado? Em caso afirmativo, qual é a aceleração do movimento da esfera?

6. REFERÊNCIAS

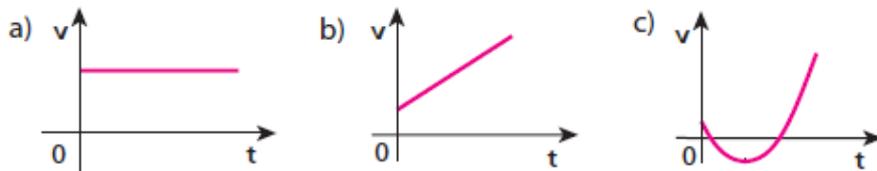
HALLIDAY, David; RESNIC, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. 8a Ed. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi, Rio de Janeiro: LTC, 2009.v.1.

NEWTON, Villas Boas; HELOU, Ricardo. Tópicos de Física. 18a edição, São Paulo: Editora Saraiva, 2007. v.1.

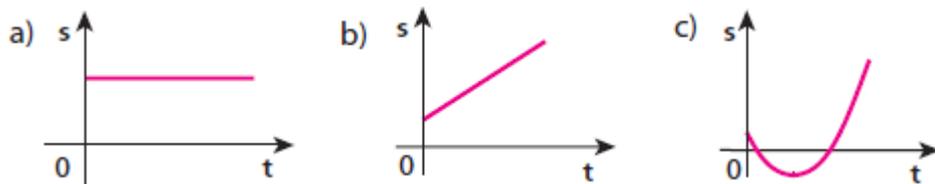
6. A função horária do espaço para o MRU, $s = s_0 + v \cdot t$, é uma função do 1º grau. Qual dos gráficos abaixo representa essa função?



7. No movimento uniformemente variado a aceleração é constante e a função horária da velocidade $v = v_0 + a \cdot t$ é uma função do 1º grau. Qual dos gráficos abaixo representa essa função?



8. O gráfico da posição versus tempo (sxt) do movimento uniformemente variado é regido pela função do 2º grau ($s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$). Marque a opção correspondente ao gráfico da função horária do espaço para esse movimento.



9. Qual das atividades desenvolvidas em nossas aulas contribuiu de maneira mais significativa para sua aprendizagem?

- A história de Maria e o pé de feijão
- O jogo de tabuleiro “de olho na pista”
- A elaboração dos mapas mentais.
- A atividade experimental
- Todas