

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

GUSTAVO MIGUEL BITTENCOURT MORSKI

TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: A
UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
COM EXPERIMENTOS VISUAIS SOBRE MECÂNICA

PONTA GROSSA

2018

GUSTAVO MIGUEL BITTENCOURT MORSKI

TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: A
UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
COM EXPERIMENTOS VISUAIS SOBRE MECÂNICA

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 35, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

PONTA GROSSA

2018

M886 Morski, Gustavo Miguel Bittencourt
Tecnologia de informação e comunicação no ensino médio: a utilização das unidades de ensino potencialmente significativas com experimentos visuais sobre mecânica / Gustavo Miguel Bittencourt Morski. Ponta Grossa, 2018.

99 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade.

1. Tics. 2. UEPS. 3. MRU. 4. Mruv. 5. Mapas conceituais. I. Andrade, André Vitor Chaves de. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 530.1

GUSTAVO MIGUEL BITTENCOURT MORSKI

TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: A
UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
COM EXPERIMENTOS DE VIDEOANÁLISE EM FÍSICA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação UEPG, PÓLO 35, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

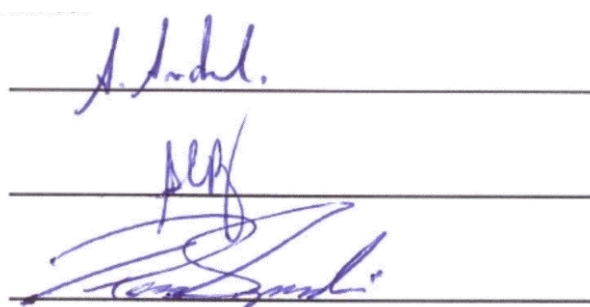
Orientador - PPGEF - UEPG

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

PPGEF – UEPG

Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski

PPGET – UTFPR



The image shows three horizontal lines, each with a handwritten signature in blue ink. The first signature is 'A. V. Chaves de Andrade', the second is 'S. L. Rutz da Silva', and the third is 'R. M. Szmoski'.

PONTA GROSSA

2018

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho contou com o apoio de várias pessoas importantes à quem estarei eternamente grato.

Ao professor Dr. André Vitor Chaves de Andrade pela paciência e total apoio nas orientações, conversas e encontros os quais auxiliaram e esclareceram muitas dúvidas. Pelas palavras de incentivo, pelas opiniões e críticas, pelos alertas aos cuidados acadêmicos e pela familiaridade com objetos tecnológicos e *applets* que facilitaram e muito o trabalho acadêmico.

Aos colegas de estudo e trabalho que, direta ou indiretamente auxiliaram na resolução deste trabalho. Colegas e amigos que estiveram nos bons e nos maus momentos nessa jornada e que, sem sombra de dúvida, podem sempre contar comigo, assim como contei com eles.

E por fim pelos meus pais e pelos meus familiares que servem de modelo de paciência, perseverança e determinação. Pelas horas ouvindo e dando suporte à superação de todos os obstáculos encontrados no caminho. Um muito obrigado! A Vocês dedico meu trabalho!

RESUMO

O estudo das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e sua aplicação no ensino nos levam a acreditar que este tipo de recurso pode melhorar a aprendizagem de temas da Física no Ensino Médio. Utilizar esses meios para permitir que escolas tenham o acesso a resultados experimentais envolvendo temas da Física, é o grande desafio desse trabalho. Nessa perspectiva foram elaboradas duas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), uma para Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e outra para Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Estas UEPS têm como foco o uso de vídeos postados (Youtube) em um Blog (Blogger, da empresa Google) de livre acesso para professores e alunos interessados em usá-los. Cada UEPS tem quatro aulas. O propósito desse formato é sugerir uma metodologia de uso desses recursos para o professor que seja de fácil acesso e curta, e ao mesmo tempo, permitir que os alunos possam explorar e coletar os dados experimentais de maneira autônoma e criativa, estimulando-os a analisar, interpretar e concluir a respeito de eventos experimentais que não fazem parte do universo dos livros didáticos. Estas UEPS foram aplicadas em duas situações: em uma turma regular de primeiro ano de Ensino Médio e em um Clube de Física com alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental. O processo de avaliação por meio de comparação entre mapas conceituais (diagnóstico e formativo) e testes padronizados mostrou que indícios de que ocorreu aprendizagem significativa em ambos os casos. Assim, considera-se que a metodologia proposta nesse trabalho resultou ser efetiva, no sentido que tornou o aluno um sujeito ativo do seu processo de aprendizagem, incentivando a abordagem dos vídeos sob outras perspectivas.

Palavras chaves: Física, mecânica clássica, experimento visuais, movimento

ABSTRACT

The study of Information and Communication Technology (ICT) and its application in teaching have given us belief that this kind of resource can improve the learning of Physics themes in High school. Using these ways to allow schools the access to experimental results involving Physics themes é the challenge of this work. From this point of view, two Potentially Meaningful Learning Units (PMLU) were built, one for Straight uniform movement and the other for variant straight uniform movement. These PMLU are focused on using videos posted (YouTube) in a Blog (Blogger, from Google) of free access for teachers and interested students in using it. Each PMLU has four class units. The purpose of this format is to suggest a method of use for these resources to the teacher, making easier access and short, and at the same time, allowing the students to explore and collect experimental data in an autonomous and creative way, stimulating them to analyze, interpret and conclude about these experimental events that does not make part in the universe of didactical books. These PMLU were applied in two different situations: on a regular class of first year of High School and in a Physics club with 9th grade students. The evaluation process with comparison among conceptual maps (diagnostical and formative) and standard tests showed clues that the significative learning occurred in both cases. Therefore, we conclude that the method in this work has resulted in being effective, making the student active subject to his own learning process, encouraging the approach on the videos from other perspectives.

Keywords: Physics, movement, classic physics, visual experiments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Página Inicial do Blog que dá acesso aos vídeos postados pelo autor	21
Figura 2 - Ilustração do posicionamento do eixo cartesiano no software Tracker.....	22
Figura 3 – Ilustração do posicionamento da régua na interface do software Tracker	23
Figura 4 – Ilustração da interface do Tracker em um frame na metade do vídeo, os pontos em vermelho são as posições do carrinho no trilho.....	24
Figura 5- Gráfico de posição x tempo ampliado. O frame inicial se os quatro seguintes indicam a impulsão sofrida pelo carrinho causada pela mola.....	25
Figura 6 – Representação gráfica do movimento de um objeto com velocidade constante..	28
Figura 7 - Representação gráfica do movimento de um objeto com aceleração constante .	32
Figura 8 - Distribuição de frequências totais, parciais e zeros da questão 1 da prova MRU	41
Figura 9 - Distribuição de frequências totais, parciais e zeros da questão 2 da prova MRU	41
Figura 10 - Distribuição de frequência de acertos totais, parciais e zeros da questão 3 da prova MRU.....	42
Figura 11 - Distribuição de frequência de acertos totais, parciais e zeros da questão 4 da prova MRU.....	42
Figura 12 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 5 da prova MRU.....	43
Figura 13 - Mapa mental feito pelo aluno A como atividade avaliativa no colégio público, na primeira e na última aula da UEPS – MRU.	44
Figura 14 - Mapa mental feito pelo aluno B como atividade avaliativa no colégio público, na primeira e na última aula da UEPS – MRU	45
Figura 15 - Mapa mental feito pelo aluno C do colégio particular na primeira e na última aula da aplicação da UEPS - MRU. As palavras foram destacadas pelo autor.	46
Figura 16 - Mapa mental feito pelo aluno D do colégio particular na primeira e na última aula da aplicação da UEPS - MRU. As palavras foram destacadas pelo autor.	47
Figura 17- Mapa mental feito pelo aluno E do colégio particular na primeira e na última aula da aplicação da UEPS - MRU. As palavras foram destacadas pelo autor.	48
Figura 18 - Gráfico da velocidade em função do tempo feito pelo aluno E do colégio particular, no final da atividade experimental afim de iniciar a discussão sobre velocidade média.	50
Figura 19 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 1 da prova MRUV	52
Figura 20- Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 2 da prova MRUV	53
Figura 21- Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 3 da prova MRUV	54
Figura 22 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 4 da prova MRUV	55
Figura 23 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 5 da prova MRUV	56
Figura 24 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 6 da prova MRUV	57
Figura 25 - Gráfico construído pelos alunos com o agrupamento dos cálculos que fizeram a respeito do mesmo fenômeno.....	59

Figura 26 - Atividade realizada pelo aluno D do colégio particular, na primeira aula da UEPS MRUV.....	60
Figura 27 - Resposta feito pelo aluno F do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula.....	62
Figura 28- Resposta feito pelo aluno G do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula	62
Figura 29 - Resposta feito pelo aluno E do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula.....	63
Figura 30 - Resposta feito pelo aluno C do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula.....	63
Figura 31 - Resposta feito pelo aluno H do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula.....	64
Figura 32 - Resposta feito pelo aluno G do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula.....	80
Figura 33 - Mapa conceitual feito pelo autor das UEPS, cujo tema central é: Movimento retilíneo uniformemente variado.....	87
Figura 34 - Exemplo de gráfico comumente encontrado em exercícios propostos	90
Figura 35 - Exemplo de gráfico comumente encontrado em exercícios propostos	90
Figura 36 - Exemplo de representação gráfica de movimento constante para velocidade positiva	95
Figura 37- Exemplo de representação gráfica de movimento constante para velocidade negativa.....	95
Figura 38- Exemplo de representação gráfica de movimento constante para velocidade nula	96
Figura 39 - Exemplo de representação gráfica de movimento acelerado com velocidade positiva (a)	96
Figura 40 - Exemplo de representação gráfica de movimento acelerado com velocidade positiva (b).....	97
Figura 41- Exemplo de representação gráfica de movimento retardado com velocidade positiva (a).....	97
Figura 42- Exemplo de representação gráfica de movimento retardado com velocidade positiva (b).....	98
Figura 43 - Exemplo de representação gráfica de movimento acelerado e retardado com velocidade variante	98

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1 - TRABALHANDO COM VÍDEOS	12
1.1 Experimento Visual.....	12
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO	14
2.1 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas	14
CAPÍTULO 3 PRODUÇÃO	20
3.1 O Produto Educacional.....	20
3.1.1 As <i>UEPS</i>	20
3.1.2 O <i>Blog</i>	20
3.1.3 Os <i>vídeos</i>	21
CAPÍTULO 4 A FÍSICA ENVOLVIDA	27
4.1 Campo Conceitual do Produto	27
CAPÍTULO 5 EXECUÇÃO DO TRABALHO	33
5.1 Aplicações do produto	33
5.1.1 <i>Locais de aplicação</i>	33
5.1.2 <i>Primeira Aplicação (Colégio Público)</i>	33
5.1.3 <i>Segunda Aplicação (Colégio Público)</i>	35
5.1.4 <i>Terceira Aplicação (Colégio Particular)</i>	37
5.1.5 <i>Quarta Aplicação (Colégio Particular)</i>	38
CAPÍTULO 6 DISCUSSÃO E RESULTADOS	40
6.1 <i>UEPS – MRU</i>	40
6.2 <i>UEPS – MRUV</i>	51
CAPÍTULO 7 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE A: O PRODUTO EDUCACIONAL	69

INTRODUÇÃO

Desde a década de 70 vêm se ampliando no Brasil a inserção de tecnologias no ensino, seja através de um computador em sala de aula, ou uma aula através de um computador. Esses investimentos educacionais em quaisquer níveis de ensino demandam um estudo das possibilidades acerca da utilização de ferramentas tecnológicas no processo de ensino-aprendizagem. O estudo das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e sua aplicação no ensino nos levam a acreditar que através de uma utilização moderada de aparelhos desse porte possam aumentar a eficiência das aulas nas escolas, sejam em espaços formais ou não formais, sala de aula ou laboratório de informática, respectivamente.

A respeito da utilização de objetos tecnológicos como recursos didáticos, Bielschowsky recomenda que:

A escola pública brasileira pode e deve contribuir para vencer essa nefasta exclusão digital que atinge principalmente os mais pobres. Permitir que nossas crianças realizem atividades pedagógicas em laboratórios de informática conectados em rede – convertendo-os em espaços pedagógicos, desde o início da idade escolar, além de uma gama de outros recursos educacionais que possibilitam a familiarização [sic] com esta tecnologia e a utilização cotidiana, não apenas nas escolas como também em outros espaços, tais como a internet comunitária. (BIELCHOWSKY, 2009, p.7)

Tendo em vista que existem vários programas de atualização e/ou implementação tecnológica nas escolas de rede pública, a cultura do uso de TIC torna-se viável, e nesse âmbito é necessária a atualização ou capacitação dos profissionais de ensino para realizar tal objetivo. Pois não basta ter computadores em uma sala de informática se o professor não souber usar, tampouco se o aluno não o souber.

Segundo o INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, no ano de 2018, laboratórios de informática são disponíveis em 79,9% das escolas de ensino médio, já os laboratórios de ciências estão presentes apenas em 45,4% das escolas. Além disso 91,3% das escolas dispõem de acesso à internet. Porém, a conexão do tipo banda larga só é encontrada em 79,9% das escolas.

Assim que todos os envolvidos puderem e souberem acessar os recursos didáticos disponíveis nas escolas, as quais possuem computadores e/ou acesso à internet, deve-se atentar à formação dos professores e o processo de ensino-aprendizagem atrelados a esses recursos. Sendo assim, uma vez capacitados, os

professores poderão utilizar este objeto tecnológico em suas aulas, desde que não seja apenas um substituto para o quadro negro, mas que seja um instrumento que ultrapasse a concepção bancária de reprodução e transferência de conteúdo. Não apenas substituindo a lousa e o caderno por teclado, mouse e tela, mas promovendo o senso crítico e a autonomia na busca pelo conhecimento.

O objetivo de utilizar novas tecnologias no ensino é justamente repensar a prática em sala de aula e tornar o objeto tecnológico em um objeto educacional, dando um novo significado para a utilização do aparelho que se pretende utilizar. Dentre a vasta gama de aparelhos possíveis de se utilizar em sala de aula, exemplificamos com o computador que é visto majoritariamente como uma ferramenta de entretenimento, e para o aluno pode ser que a utilização desta ferramenta em sala de aula seja uma nova experiência. O que em si já é motivador o suficiente para que se quebre a rotina de passividade dos alunos que o sistema tradicional de ensino impõe.

Procuramos responder a seguinte questão: “Seria possível inserir uma sequência didática curta, com experimentos visuais, de fácil acesso aos professores e alunos sem perturbar o planejamento escolar?”.

Sabemos que este tipo de trabalho não pode substituir uma sala de recursos específicos como um laboratório de Física, tampouco de Ciências. Mas pode auxiliar aqueles que não têm condições de presenciar experimentos, a ter uma visão diferenciada de como é feita a ciência, com o auxílio da instrução do professor e da utilização do objeto tecnológico.

O nosso objetivo é estudar a possibilidade de inserção de um experimento visual a respeito dos conteúdos mais básicos, visto a sua importância, no cotidiano escolar. Espera-se perceber uma melhora no envolvimento dos alunos e testar diferentes formas de utilização das atividades propostas em diferentes ambientes, visando validar a adequação do produto à necessidade do profissional que deseja utilizá-lo.

Este trabalho consiste em quatro de experimentos realizados nos Laboratórios de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde o autor realizou experimentos relacionados ao conteúdo do Ensino Médio Regular, gravou-os em vídeo e disponibilizou-os na internet por meio de um canal no Youtube. Nos apêndices encontram-se as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) (MOREIRA, 2012), com sugestões de como ministrar as aulas experimentais utilizando os vídeos.

Entende-se que em alguns poucos colégios nem todos os alunos possam ter acesso à internet, ou mesmo a um computador. Mas como serão disponibilizados na forma de livre acesso por um canal do Youtube, os professores podem fazer o *download* da mídia e trabalhar em forma de vídeo (*offline*). Não se pretende aqui criar um laboratório virtual, mas sim oportunizar o acesso aos dados obtidos em um laboratório.

Qualquer indivíduo pode utilizar os vídeos da forma que quiser, porém no caso dos professores que não puderem utilizar as sugestões (UEPS), caberá aos mesmos, planejar a utilização vídeo. Qualquer atividade que utilize vídeo como uma prática experimental requer que seja dada uma contextualização. O professor que aplica é livre para escolher a metodologia quando utilizar o vídeo, porém os planos anexados terão como base uma metodologia específica pesquisada pelo autor do presente trabalho, baseado nas UEPS.

A motivação em qualquer técnica de ensino, seja um experimento em vídeo ou trabalho apresentado, deve ser pensada pelo próprio professor sobre que tipo de turma se está trabalhando. Isso requer que o professor conheça a turma. A expectativa do aluno é o que irá estabelecer a diferença entre esta atividade e a atividade de um vídeo comum. O professor deve motivá-los com uma introdução ao conteúdo, orientá-los em relação ao que anotar e como fazer e somente então, executar a atividade em laboratório.

CAPÍTULO 1 - TRABALHANDO COM VÍDEOS

1.1 Experimento Visual

Experimentos Visuais são vídeos ou animações a respeito de determinados fenômenos que apenas demonstrem seus parâmetros. Diferentemente da experimentação real que o aluno pode tatear e mudar todo tipo de parâmetro, os experimentos visuais têm suas configurações fixadas no momento da gravação. Também não pode ser confundido com uma simulação, a qual permite que o usuário controle alguns de seus parâmetros através de vídeo.

A proposta desse trabalho se encaixa na classificação feita por Trentin (2002, p.56, grifo do autor), a qual descreve Laboratórios virtuais *sem interação, com interação total* e, no nosso caso, *com interação parcial*:

com interação parcial: [...] são aqueles que geralmente trazem consigo uma descrição da teoria e/ou de um experimento que será visto. Porém, a parte visual que representa o experimento não oferece ao usuário controle sobre as variáveis do laboratório virtual.

O experimento aqui proposto, com interação parcial, tem o intuito de mostrar ao aluno um fenômeno realizado em laboratório com as informações das grandezas físicas nele presentes, tais como comprimento e tempo. O aluno pode coletar estas informações, sem alterá-las, e executar uma análise sobre o fenômeno que lhe é mostrado.

Desta forma, assim como exemplificam Konstantinova e Alcantara (2016, p.5):

O aluno poderia 'ver' e não 'imaginar' a situação física, como resultado disso ele poderia ter o melhor entendimento do discurso do professor, sem cometer equívocos.

A respeito da utilização dos vídeos de forma didática, podemos classificá-los como Vídeo-monoconceitual, que segundo Ferrés (1996, apud PEREIRA 2009, P.5), é o vídeo que desenvolve de maneira intuitiva um só conceito, sendo breve, comumente mudo; a informação veiculada tem como objetivo uma atividade.

A utilização do *experimento visual* em sala pode acontecer em qualquer momento, seja na motivação: ao utilizar um vídeo para que se inicie uma discussão analisando fatos, na estruturação do conhecimento: como uma videoaula que mostra

técnicas relacionadas a certo conteúdo ou nas formas de generalização ou avaliação as quais geralmente são retratadas.

Encontra-se na literatura resultados de trabalhos com propostas similares classificados por Paludo (2014, p.24) como *videoanálise*. Estas *videoanálises* são basicamente vídeos gravados com câmeras aliados à simulação dos dados reais com a utilização de softwares livres, como por exemplo o *Tracker*.

Este trabalho se diferencia da *videoanálise* pois não mostra indivíduos falando, realizando experimentos e sequer necessita que seja gravado algo. O que é mostrado nos vídeos apresentados neste trabalho são os fenômenos com uma breve estruturação sem discussões ou conclusões a respeito do experimento realizado. Os vídeos trazem, em si, o procedimento gravado e a análise feita pelo autor com o Software *Tracker*, permitindo mostrar ao usuário quais os valores dos dados.

O software utilizado, *Tracker*, é produto de uma iniciativa chamada: *Open Source Physics* – OSP (WEE, 2014). Essa iniciativa, em conjunto com várias universidades, disponibilizam uma série de materiais e recursos virtuais para a educação, especificamente para o ensino de Física. O Software *Tracker* foi apresentado em 2010 por Doug Brown, membro do OSP. Essencialmente o software combina análise de vídeos com Física Computacional, inicialmente seu uso foi bastante difundido no ensino superior por sua facilidade em computar dados a partir de um fenômeno gravado.

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

Como metodologia de ensino aplicada aos roteiros que acompanham os vídeos utilizados nesse trabalho, foram utilizados as UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) (MOREIRA, 2012). Estas UEPS têm por sua vez, fundamentação baseada em vários autores que apontam a aprendizagem significativa como estratégia de ensino, ou seja, utilizar o que os alunos já conhecem para organizar o que vai ser trabalhado e como será trabalhado.

Dentre os principais autores que contribuíram para a construção das UEPS, estão os nomes David P. Ausubel, Joseph D. Novak e D. Bob Gowin.

David Paul Ausubel construiu inicialmente o conceito de aprendizagem significativa em seus trabalhos *Psicologia da Aprendizagem Verbal Significativa* (1963) e *Psicologia Educacional: Um Ponto de Vista Cognitivo* (1968).

Na visão do autor das UEPS, que se baseia na aprendizagem significativa:

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia [sic] novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2002, p.7)

Outra ideia chave da teoria de *Aprendizagem Significativa* é a de *Ancoragem* ou as estruturas mentais chamadas *subsunçores* (MOREIRA, 2012). Subsunçores são estruturas já existentes no aluno, as quais ele adquire por experiência ou por um aprendizado anterior ao momento em que se deseja ensinar. São as bases para as quais os novos conhecimentos vão interagir para fixar um novo. Desta forma um conhecimento pode interagir de forma subordinada ou superordenada. Um subsunçor, em outras palavras, pode interagir ou de maneira mais abrangente para as mais específicas ou das mais específicas para as mais abrangentes.

Um exemplo que define bem a aprendizagem significativa *subordinada* é aquele em que o conhecimento que você aprende, faz parte de uma gama maior de técnicas e habilidades que você aprenderá mais adiante, sendo assim a cada momento, o conhecimento inicial se torna mais abrangente e mais importante, como se fosse de um conhecimento mais pontual para um campo maior de conhecimento.

Podemos utilizar um conceito de Física como exemplo, o conceito de reflexão da luz. Por ser um fenômeno mais visível e estar concentrado no currículo em conjunto quando se estuda ótica, o aluno aprende que existe uma lei que descreve este comportamento da luz, que ao incidir sobre uma superfície polida, o ângulo de incidência do raio de luz e o ângulo de reflexão são iguais perante à reta normal ao plano. Este seria um conceito pontual no exemplo em questão.

Quando o aluno for aprender mais sobre o espectro eletromagnético, verá que não apenas a luz se comporta dessa maneira, mas todo tipo de onda eletromagnética que não for absorvida pelo meio ou que o atravesse, sendo este uma remodelação do conceito para algo mais abrangente, não apenas a luz.

De maneira semelhante, porém um pouco mais incomum, a aprendizagem significativa superordenada acontece quando um conhecimento mais amplo que se torna subsunçor, podendo chegar a novos subsunçores. Para exemplificar este caso, utilizamos o conceito de igualdade. Inicialmente se aprende na geometria e na matemática ao compararmos formas e equações, medindo e isolando algebricamente e, portanto, construindo o conceito de igualdade.

Esta mesma ideia de igualdade se torna subsunçor quando na área das ciências humanas fala sobre igualdade de gênero, social, racial dentre outras, ao qual o aluno ainda pode tentar isolar mentalmente os fatores que influenciam em cada uma das situações. Veja que, inicialmente a igualdade era um conceito matemático simples, e se torna uma base para um conhecimento de alta complexidade quando o aprendiz estiver preparado para aprender estes.

Vale lembrar que o conceito de aprendizagem significativa não é o mesmo que aprendizagem correta. A estrutura aqui discorrida tanto vale para aprender um novo conhecimento com o rigor metodológico necessário, portanto correto, quanto para aprender algo de forma errônea. Por exemplo ao ler uma história de que uma maçã caiu na cabeça de Newton, quando este formulava as leis que regem a mecânica no campo da Física, o indivíduo pode ancorar esta informação em sua estrutura cognitiva. Porém se tivesse lido os registros históricos e, portanto, mais confiáveis de como foi que em seus anos de estudo Newton formulou os princípios da Dinâmica e o que isso tem a ver com a história muitas vezes repetida ludicamente do acontecido.

Há também condições para que a aprendizagem significativa aconteça, e estas são duas: *O material deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve estar disposto a aprender*, (MOREIRA, 2012).

A aprendizagem significativa, não está condicionada ao uso exclusivo de determinados signos ou grupos de signos particulares, ou outras representações particulares. O que implica que o mesmo conceito, ou a mesma proposição, pode ser expresso através de uma linguagem diferente, sinónima, sem reverter o seu significado. Deste modo, para que aprendizagem seja significativa, o material a aprender deve ser potencialmente significativo e, por isso, deve obedecer aos critérios referidos. (PRAIA, 2000, p.5)

Quando se fala que o material deve ser potencialmente significativo, não se quer dizer que o significado está no material, mas sim em como o conhecimento está relacionado com a vida do aprendiz.

Vemos isto acontecer quando colocamos questões em Física sobre superfícies sem atrito utilizando pinguins deslizando no gelo numa comunidade de periferia a qual a maioria dos alunos não tem a possibilidade sequer de ir ao zoológico local (se houver), quanto mais visualizar isto em mente sem a ajuda de imagens caricaturadas vistas em televisão. No que diz respeito ao que o aprendiz deve estar disposto a aprender é sobre a motivação do aluno durante o momento de aprendizagem proposta pelo professor e esta depende de vários fatores, mas que é possível que o professor minimize os riscos para não perder a motivação através de um planeamento prévio. No trabalho atual, este ponto deve ser explicitado na introdução das UEPS.

Moreira criou as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), cujo objetivo é estruturar sequencias de ensino com teorias fundamentadas em ensino, que assim como sua perspectiva é pautada na aprendizagem significativa.

Importante ressaltar que alguns trabalhos de Moreira¹ visam auxiliar outros pesquisadores em ensino de ciências, há páginas da internet, livros e artigos que percorrem várias teorias de ensino dando uma visão geral sobre cada uma delas e que serve de fundamentação para trabalhos nessa área.

As construções de uma UEPS devem passar por alguns critérios que, segundo MOREIRA (2012), são essenciais para que se possa ter um mínimo de garantia de qualidade na sequência de ensino, isto é, qualquer pessoa que leia uma UEPS pronta

¹ <http://moreira.if.ufrgs.br/>

para ser aplicada deve ser capaz de compreender quais os objetivos e fundamentos do autor da mesma. Estes critérios são, basicamente: Informações pessoais, Objetivos, Filosofia, Marco Teórico, Princípios, Aspectos Sequenciais, Aspectos Transversais, Diagrama V ou Mapa Conceitual, Glossário e Referências. Vemos que os itens obrigatórios de uma sequência de ensino comum como Informações pessoais, objetivos, referencias e aspectos sequenciais estão imersos num contexto mais profundo onde cada um dos demais influenciam diretamente na prática do professor.

Os itens Filosofia, Marcos teóricos e Princípios são respectivamente: qual a ideia de ensino-aprendizagem que o autor da UEPS em questão tem; em quem este autor se baseou para chegar a tal filosofia; e quais as atitudes e ações que devem transparecer durante as atividades para que se cumpra com objetivos de acordo com a filosofia citada.

Estes três componentes por si só já dão um significado para a construção de uma sequência com melhor qualidade de ensino, pois requer que o autor, por exemplo um professor, tenha conhecimento mais profundo sobre as teorias de ensino, sabendo quais as atitudes e objetivos são possíveis de alcançar segundo sua maneira de agir. O Marco teórico é especificamente o conjunto de autores que complementam a teoria em que o autor baseia seu trabalho. Neste item só se coloca os trabalhos em que eles foram apresentados.

Outros itens interessantes são os Aspectos transversais e o Glossário, que são itens que informam ao leitor quais as ideias e sugestões do autor das UEPS, além de certificar que eles falem “a mesma língua”.

Os aspectos transversais são tópicos feitos pelo autor com sugestões e cuidados ao aplicar a UEPS em questão, maneiras de agir, cuidados ao falar, sugestões de atividades, considerações a se fazer enquanto a UEPS é executada.

O glossário por sua vez tem o objetivo de fazer o autor conceituar, de acordo com seus referenciais as palavras chaves das teorias em seu trabalho, seja da filosofia em que ele se baseia (fundamentada nos Marcos Teóricos), seja do conteúdo específico o qual se deseja ensinar (se for uma UEPS para ensinar matemática, todos os conceitos e palavras de cunho específicos devem ser explicadas).

Os mapas conceituais ou diagramas V nas UEPS tem o objetivo de informar ao leitor quais as ideias e conceitos estavam relacionados, segundo o autor da UEPS de uma forma mais dinâmica. Particularmente as UEPS do trabalho atual contém mapas

conceituais produzidos pelo autor deste trabalho para identificar quais as conexões feitas cognitivamente pelo autor, para os leitores.

Os mapas conceituais são feitos de palavras-chave e interligando conceitos com breve articulação entre os mesmos, demonstrando como o autor das UEPS pensa sobre certo tema.

A construção de um mapa conceitual deve partir de palavras-chave, mostrando entre as conexões realizadas qual sua relação através de poucas palavras. As conexões podem ser feitas de maneira direta, onde uma ideia pode logicamente levar a outra, de maneira inversa, onde uma ideia é originada a partir de outras, ou bilateral onde ambos os conceitos estão interligados. Estas conexões são representadas por setas no mapa conceitual.

Em um mapa conceitual não precisa haver hierarquização, como num fluxograma, devido à multi-conexão de alguns temas mais abrangentes. É comum ver mapas que iniciem com uma palavra-chave e que através das conexões, existam conceitos que tenham mais ligações que a própria ideia inicial.

Os mapas conceituais construídos pelo autor nas UEPS foram feitos com o auxílio do software CmapTools, gratuito e disponível no sítio do IHCM² (Institute for Human and Machine Cognition). A ferramenta CmapTools é uma criação do IHCM. No sítio do IHCM podem ser encontrados artigos que ensinam como criar um mapa conceitual utilizando o CmapTools, todos os trabalhos e conceitos subjacentes são de Novak em coautoria com Alberto J. Caña.

Em uma das UEPS do presente trabalho há uma atividade a ser realizada pelos alunos que é a construção de um mapa mental. A diferença entre um mapa conceitual e um mapa mental é a de que o mapa mental é mais básico, no sentido de que não existem palavras de conexão, nem ordem, nem necessidade de direção para conexão dos conceitos. É apenas uma maneira mais simples e mais rápida de demonstrar quais as conexões que o indivíduo faz com o tema proposto. Por este motivo o mapa mental foi escolhido para que os alunos fizessem na UEPS proposta por este trabalho. Vale ressaltar que o mapa conceitual construído pelo autor em cada uma das UEPS

² CAÑAS, A. J.; CARVAJAL, R.; HILL, G.; CARFF, R. Cmaptools: Software de criação de mapas conceituais. *In*: INSTITUTE FOR HUMAN AND MACHINE COGNITION (40 S Alcaniz St, Pensacola, FL 32502, Estados Unidos). **Cmaptools**. 6.04. [S. l.], 2004. Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/cmaptools-download/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

faz parte da construção de uma UEPS, ou seja, como item obrigatório do autor para finalizá-la.

CAPÍTULO 3 PRODUÇÃO

3.1 O Produto Educacional

3.1.1 As UEPS

O produto educacional consiste em duas sequências didáticas que podem ser utilizadas independentemente e que utilizam um material online (ou não) como atividade prática. O material online encontra-se em um blog, destinado especificamente para este fim, que pode ser encontrado no sítio *fisicareta*³.

As sequências didáticas foram construídas tendo por base as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (*UEPS*) (MOREIRA, 2012), que são baseadas nas teorias de aprendizagem significativa de David Ausubel e Novak. Esta escolha se deu pelo fato de que a sequência didática cabe inteiramente dentro de apenas uma UEPS, e, portanto, poderiam ser feitas separadamente, isto é, torna cada uma das UEPS individual e não-sequencial justamente pelo fato que a teoria de aprendizagem significativa tem como principal ideia a utilização dos *subsunçores* dos alunos como base para o ensino, facilitando a individualidade das mesmas. As duas UEPS podem ser encontradas no Apêndice A.

3.1.2 O Blog

A outra parte que contempla o produto é o Blog em conjunto com os vídeos. Os vídeos foram gravados no laboratório de Física na UEPG com os materiais disponibilizados pela instituição, por uma câmera digital pessoal e então tratadas pelo software *Tracker*, o qual permite a manipulação do vídeo em relação aos dados físicos do experimento. Ele permite que o usuário indique onde e como estão configurados os dados reais do experimento, tornando uma gravação, após tratado pelo Tracker, uma visualização do experimento com os dados em movimento em tempo real. O software é de fácil aquisição e é gratuito, tendo tutoriais em sites universitários e no YouTube.

Vemos abaixo, na Figura 1, a página inicial do blog, a qual dá acesso aos vídeos e dará acesso às sugestões de trabalho mediante a finalização do mesmo. Os

³ BLOGGER, **Física - Mecânica (MRU e MRUV)**, Blog de Física mecânica feito pelo autor, 03 de mar. 2018. Disponível em: <<https://fisicareta.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 mar. 2021

vídeos podem ser acessados por qualquer aparelho com navegador e acesso à internet através do blog.

Figura 1- Página Inicial do Blog que dá acesso aos vídeos postados pelo autor



Fonte: O autor.

Utilizamos o sítio *Blogger*, da empresa *Google*, por ser gratuito e de livre acesso independente do sistema operacional. Os vídeos foram postados em um canal do YouTube criado pelo autor com a mesma finalidade do blog, apenas para postar os vídeos relacionados ao produto. Para acessá-los os usuários podem utilizar o Roteiro de acesso, que foi anexado em cada uma das UEPS. Cada postagem no blog tem um vídeo.

3.1.3 Os vídeos

Os experimentos gravados foram situações experimentais de MRU e MRUV utilizando trilhos de ar e carrinhos de acrílico que acompanham os mesmos. O intuito do trabalho é de demonstrar o quão pode se chegar perto de um experimento com MRU num laboratório, ao invés de apenas citar exemplos muito distantes da realidade do aluno ao sugerir esses temas no Ensino Médio.

O software Tracker é gratuito e pode ser encontrado no sítio⁴, é simples e flexível em relação as plataformas de uso. O programa tem uma interface simples e é de fácil manuseio, onde o usuário pode inserir o vídeo que pretende analisar.

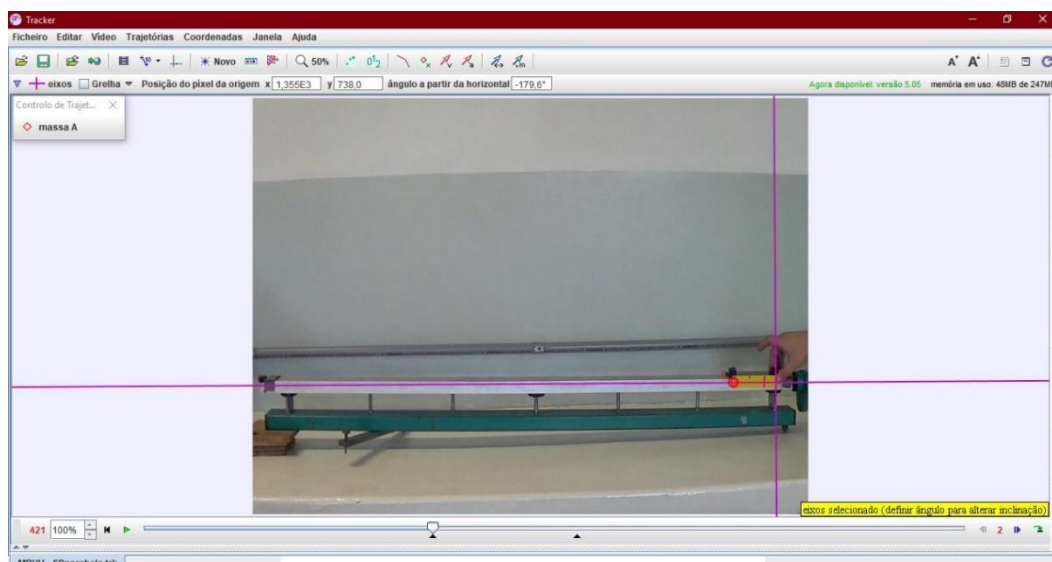
⁴COMPADRE, **Tracker video analysis and modeling tool**, Disponível em: <https://www.compadre.org/portal/items/detail.cfm?ID=7365>. Acesso em: 3 de janeiro de 2019.

A partir das definições do referencial de movimento (orientação do movimento e escala de referência para medida de comprimento) pelo usuário, o próximo passo é indicar os pontos de massa e trajetória no vídeo. Uma vez feito o carregamento do vídeo, o software executa a análise quadro a quadro (*frames*). Chamamos de *frames* as imagens que compõe um vídeo. Ou seja, ao gravar qualquer coisa com uma câmera, o que realmente acontece é a captação de uma sequência de imagens estáticas (*frames*), que quando passadas em conjunto, formam um vídeo. O software apenas converte o vídeo em imagens separadas. Quando acionado o botão *play*, o software exibe a sequência de imagens de acordo com sua ordem, resultando na execução vídeo.

Após ter feito o carregamento do vídeo, é necessário mostrar os referenciais no software para que os parâmetros estejam alinhados com a situação real. Isto é, precisa-se dizer para qual lado consideraremos os eixos verticais e horizontais e uma régua para quantificarmos.

A Figura 2 mostra como é feito este processo, vemos o referencial de movimento aplicado em um dos vídeos gravados pelo autor, representados pelas linhas rosas, cujo eixo positivo é demarcado por um traço na reta rosa.

Figura 2 - Ilustração do posicionamento do eixo cartesiano no software Tracker

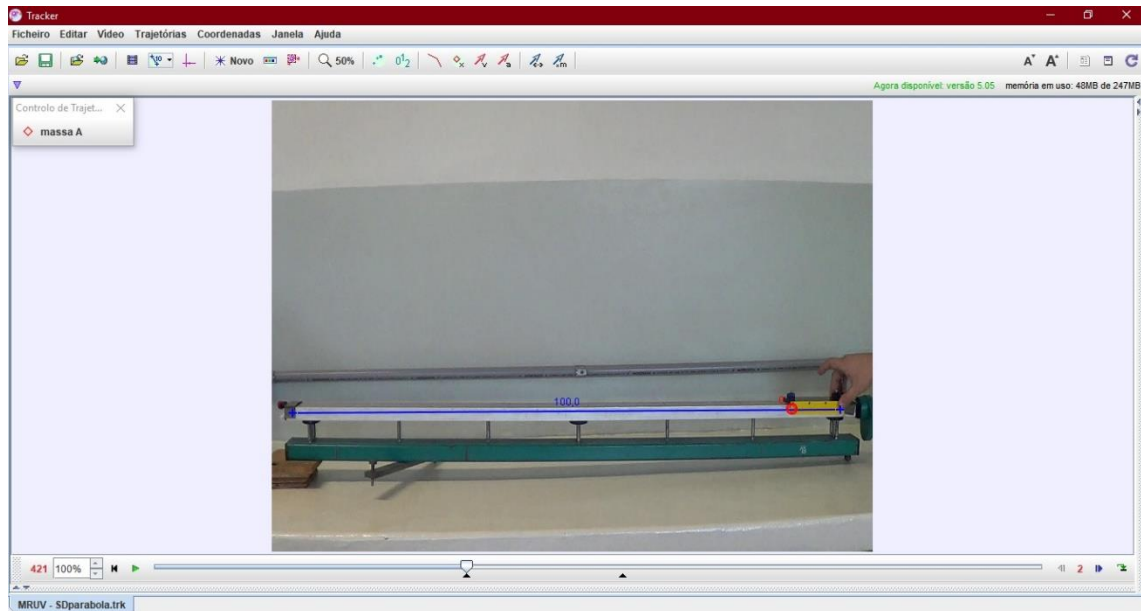


Fonte: O autor

Em seguida, na Figura 3, vemos a escala de referência para medida de comprimento - régua - aplicada aos vídeos gravados pelo autor, representada por uma

linha azul. Esta escala pode ser adotada a partir da medida de comprimento de qualquer objeto de tamanho conhecido, neste caso, adotou-se o tamanho do trilho de ar como referência.

Figura 3 – Ilustração do posicionamento da régua na interface do software Tracker



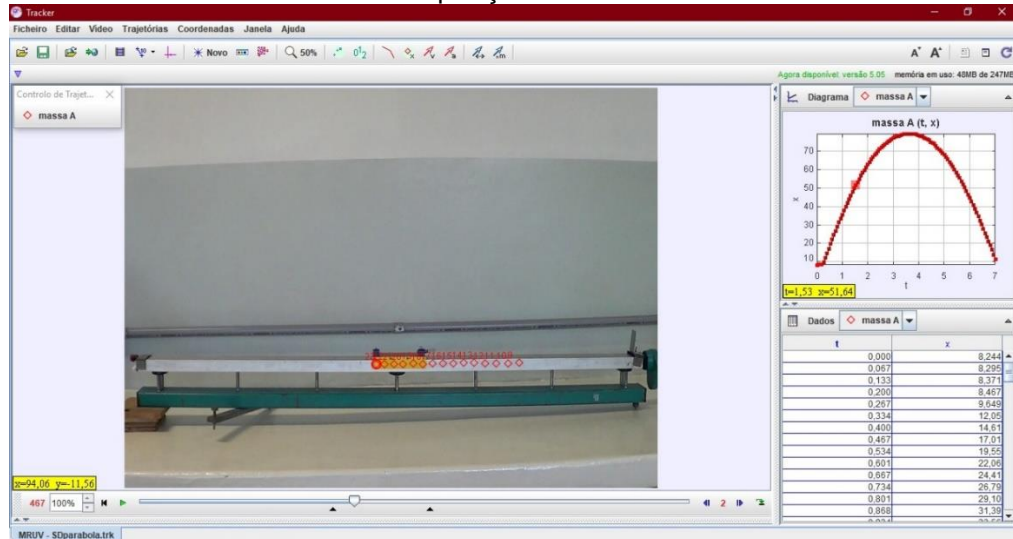
Fonte: O autor

Em ambas as figuras 2 e 3, há um ponto vermelho. Esse ponto vermelho é uma marcação feita no frame. Essa marcação representa um ponto de massa, no nosso caso, a posição do carrinho. Como desprezamos as dimensões do carrinho para realizar o experimento, a posição do carrinho será representada pelos pontos vermelhos demarcados em todos os frames a seguir. Cada vez que uma marcação é feita em um frame, o programa automaticamente passa para o próximo frame, para que uma nova marcação seja feita, indicando a nova posição do carrinho. Isto significa que a cada frame que passe, se o carrinho se movimentou ou não, uma marcação deve ser feita para mostrar ao programa onde está o objeto em estudo.

A Figura 4 mostra a gravação já na metade de sua duração, onde o carrinho já percorreu boa parte do trilho, as marcações anteriores ficam à mostra para que o usuário possa acompanhar a trajetória formada pelo carrinho. Ao lado, vemos um gráfico de posição (x) por tempo (t), montando assim a trajetória completa do carrinho em todo o vídeo. No gráfico há um ponto maior que os outros, esse marcador é o frame atual em que o vídeo está pausado. Isto significa que se apertarmos o botão play para que o vídeo prossiga, este marcador acompanhará os pontos no gráfico de

acordo com o frame mostrado na imagem ao lado. O mesmo acontece com a tabela de dados ao lado, uma linha vermelha passará pelos dados mostrando qual dado se refere à imagem mostrada a esquerda.

Figura 4 – Ilustração da interface do Tracker em um frame na metade do vídeo, os pontos em vermelho são as posições do carrinho no trilho.



Fonte: O autor.

Dessa forma analisamos quatro vídeos que denominamos: MRU 1, MRU 2, MRU 3 e MRUV. Os três primeiros vídeos são três gravações onde, após ter nivelado o trilho de ar para que não houvesse ângulo entre a reta do trilho e o plano da superfície, o carrinho foi solto com três diferentes compressões da mola, localizada na parte de trás do carrinho. Isto fez com que, para cada caso, o carrinho tivesse um impulso diferente e, a partir de 0,2 segundos de vídeo, o carrinho deslizou praticamente sem atrito. Sendo assim, teremos 3 velocidades distintas para o MRU. O MRUV foi gravado deixando propositalmente um ângulo muito pequeno entre o trilho e a superfície.

O ângulo deixado entre o trilho e a superfície foi suficiente para fazer com que, se o carrinho fosse solto com a compressão máxima da mola, não chegasse até o outro lado causando uma colisão. O vídeo de MRUV, para que contemple todas as classificações de movimento que utilizamos no planejamento da aula, foi gravado com uma subida (com impulso) e a descida causada pela aceleração da gravidade.

A Figura 5 mostra o gráfico ampliado. Este recorte de imagem pode ser visto no vídeo MRUV no blog, durante a seção intitulada: "Gráfico", ao decorrer do vídeo.

Podemos perceber a influência do impulso no movimento nos segundos iniciais. Estes pontos nos primeiros frames são causados pela impulsão, onde após soltar o carrinho a energia ainda está em trânsito da mola para o carrinho. É certo que é uma região do gráfico que será alvo de questionamentos por parte dos alunos.

Figura 5- Gráfico de posição x tempo ampliado. O frame inicial se os quatro seguintes indicam a impulsão sofrida pelo carrinho causada pela mola.



Fonte: O autor

A edição dos vídeos foi feita com o programa Windows Movie Maker, da empresa Microsoft. Esta edição foi feita com o intuito de organizar a transição de telas do vídeo, da abertura, dos créditos e da inserção de som.

Cada um dos vídeos é estruturado da mesma maneira: Nome, Vídeo Original, Análise, Trajetória Completa, Tabela de Dados (Dados), Gráficos, uma visualização do software e por final os créditos.

Em todos os vídeos há um momento em que a trilha musical de fundo tem o seu volume diminuído propositalmente, tornando possível ouvir o áudio original do vídeo. Como o som do trilha de ar é muito alto e pode incomodar algumas pessoas diminuimos 90% do som nesta etapa, logo o som escutado é 90% menor que o real.

É importante ressaltar que tanto o software Tracker, o blog, o canal do Youtube, as imagens presentes no blog e a música presente no vídeo são todos gratuitos e de livre acesso. A imagem é fornecida pelo próprio Blogger, em um arquivo de imagens

de livre direito e a Música pode ser encontrada no site freemusicarchive.org⁵, que também trabalha com mídias de livre uso (sob licença *Creative Commons*). O título da música selecionada é: *Springish*, do autor *Gillicuddy*.

A *Trajectoria Completa* e o momento nomeado *Gráficos*, foram obtidos por meio da utilização de um recurso do software Tracker para mostrar somente o que o título indica. A *tabela de dados* é também parte desse recurso, porém é um dos itens mais importantes de todos os vídeos, justamente por que é neste momento em que os alunos irão obter os dados dos vídeos e realizarão o que foi planejado. Os dois últimos momentos de todos os vídeos são uma breve visualização de como é a interface do software, o movimento completo em si, e os créditos.

Todas as etapas citadas acima são importantes para validar o vídeo como um experimento, e não apenas a visualização de um movimento gravado. Cada etapa dá uma visão diferente de um movimento que aparenta ser segmentado através do player, ou seja, o estudante pode utilizar no aparelho em que está usando os recursos de visualização para auxiliar no estudo, tal como reduzir ou acelerar a reprodução do vídeo, pausar e retroceder. São recursos que não se pode ter em um laboratório a não ser que seja um experimento gravado, mas para todo experimento feito, gravá-lo e analisá-lo para que se possa utilizar tais recursos demanda muito tempo.

⁵ <http://freemusicarchive.org/>

CAPÍTULO 4 A FÍSICA ENVOLVIDA

4.1 Campo Conceitual do Produto

O campo conceitual do produto educacional é a Mecânica Clássica, particularmente o estudo do movimento, conhecido como Cinemática escalar. Frequentemente encontrado como o primeiro ou um dos primeiros capítulos de livros educacionais devido a sua importância na Física. Como o foco do estudo é o movimento e não sua causa, consideramos os objetos que se movem como um ponto, de dimensões desprezíveis. Entretanto existem alguns casos específicos em que as dimensões fazem parte do estudo e devem ser consideradas como por exemplo um trem ou um navio em pequena escala.

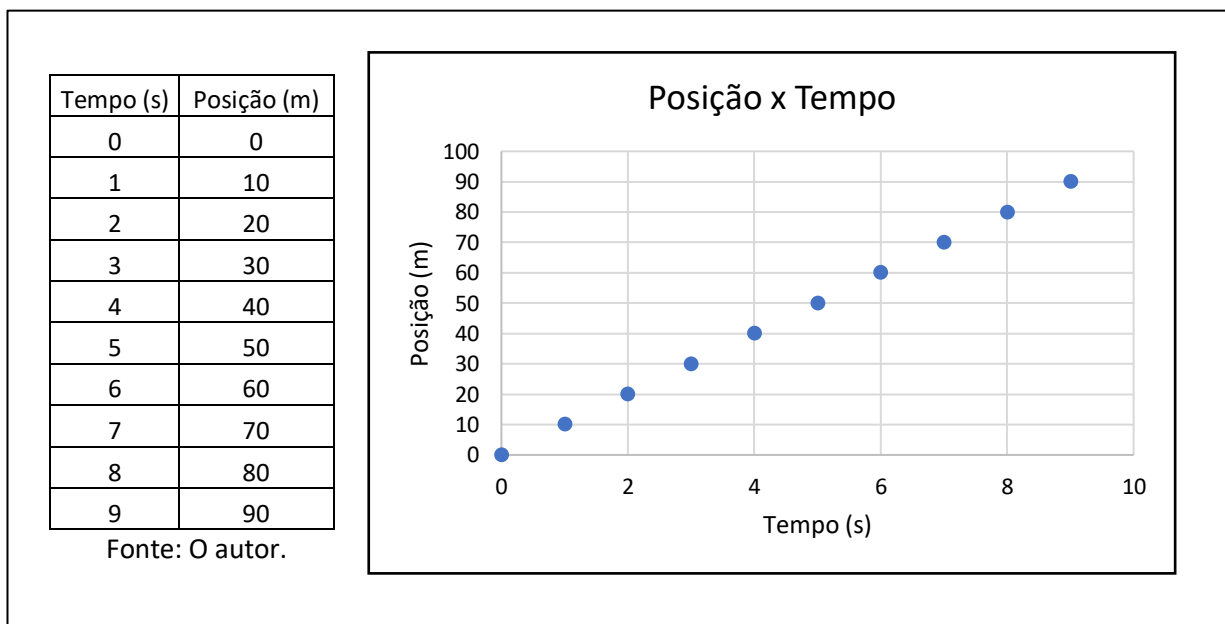
Além destas características o estudo exige um referencial. O mais comumente utilizado é o plano cartesiano, que consiste em retas infinitas marcadas de passo a passo, uma na horizontal (x), uma na vertical (y) e outra perpendicular ao plano formado pelas outras duas (z). Para iniciar o estudo de forma mais simples, escolhemos um exemplo onde o movimento ocorra em uma linha reta e utilizamos apenas uma das coordenadas. Tendo esses pontos como base, o estudo do movimento pode ser iniciado utilizando marcadores de posição (x) nos locais onde objeto se situa na reta e sempre ajustando par a par com um marcador de tempo (t). Desta forma independentemente das unidades de medida o movimento de qualquer objeto pode ser definido como a saída de um ponto X inicial até em um ponto X final com uma duração de tempo que iniciada em um tempo T inicial até o tempo T final. Os livros didáticos trazem marcadores de posição também com a letra S , sendo sempre organizado da mesma forma e tendo o mesmo significado.

As unidades de medidas a serem utilizadas depende da magnitude do movimento, ou seja, se um avião se desloca, é mais comum que esteja configurado para uma distância em quilômetros e um tempo em horas, porém de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), as unidades padrão para tempo, espaço, velocidade e aceleração são segundo (s), metro (m), metro por segundo (m/s) e metro por segundo ao quadrado (m/s^2) respectivamente. Em exercícios e exemplos devemos sempre estar atentos à quais unidades são apresentadas e quais as unidades são requisitadas como resposta.

O atual trabalho tem como foco os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

Mais precisamente, o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) consiste em um movimento que se dá em uma linha reta cuja taxa de deslocamento do objeto é constante, ou seja, em uma reta numérica, a cada segundo um objeto sai de uma posição e vai para a próxima de maneira proporcional ao tempo contado. A seguir segue uma figura com dados de um objeto em movimento numa pista retilínea simples:

Figura 6 – Representação gráfica do movimento de um objeto com velocidade constante.



Desta maneira, o MRU é caracterizado pela taxa de movimentação constante. A essa taxa chamamos de velocidade. A unidade de medida é espaço dividido pelo tempo, sendo assim adequado ao padrão no SI, metro dividido por segundo (m/s).

Existem duas velocidades a se considerar em todo movimento: a velocidade média e a velocidade escalar média. A velocidade média, considera posições iniciais e finais para cada desvio, mudança de direção como um novo caminho indicando sua nova trajetória. Um exemplo simples é uma pessoa caminhando em velocidade constante em um parque com pista retangular. Ao tomar como origem do referencial qualquer vértice, a pessoa terá que eventualmente virar, e isto fará com que o cálculo de sua velocidade seja dividido em quatro segmentos de reta para retornar ao ponto de partida, os quais devem ser feitos separadamente. Neste caso a pessoa terá quatro velocidades, duas com valores positivos e duas com valores negativos, uma no eixo X e outra no eixo Y em cada caso. Esta velocidade também é chamada *rapidez*.

A velocidade escalar média apenas considerará o deslocamento total e o tempo total durante deslocamento do caminhante. Dessa forma no mesmo exemplo, se essa pessoa faz uma parada para amarrar o cadarço do tênis e continua seu movimento, esse tempo será considerado como parte do movimento, mesmo que, momentaneamente sua taxa de deslocamento seja nula. Também temos que considerar que, como ele sai de um ponto A, e retorna ao mesmo ponto após ter dado uma volta, independentemente do tempo, sua velocidade escalar média será nula pois seu deslocamento permanece inalterado.

Para classificarmos o movimento, utilizaremos a noção vetorial de velocidade. Vetor é um elemento matemático que representa uma grandeza. Este elemento precisa de três informações: a direção, o sentido e o módulo da grandeza. A direção é dada pelo ângulo do movimento em relação ao referencial, o sentido pode ser positivo ou negativo de acordo com o referencial e o módulo diz respeito a quantidade que grandeza está relacionada.

O caráter vetorial da velocidade média determina que a partir da origem de um referencial, sendo este referido como ponto zero (O), tenha dois possíveis tipos de movimento: Progressivo e retrógrado. O movimento progressivo é aquele em que o móvel se move na direção positiva do referencial e conseqüentemente o retrógrado é aquele em que o movimento tem sentido negativo.

A equação para se calcular o módulo de qualquer uma dessas duas velocidades é a mesma, porém é a interpretação do resultado que torna diferente quando não há tratamento vetorial explícito na resolução. É dada diferença entre os pontos iniciais (i) e finais (f) da posição e do tempo respectivamente, essa diferença se apresenta na equação como a letra grega Δ (delta).

$$V_m = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{(X_f - X_i)}{(t_f - t_i)} \quad (1)$$

Existem outras equações que podem variar da primeira, isto é, isolando variáveis diferentes, podemos obter informações diferentes em certos problemas, sendo assim, a partir da equação e velocidade, podemos obter:

$$X_f = X_i + V_m \cdot \Delta t \quad (2)$$

$$\Delta t = \frac{V_m}{\Delta X} \quad (3)$$

O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) assim como o MRU, tem a base da reta numérica (eixo único num plano cartesiano) para linearizar o movimento, simplificando-o. No MRUV a velocidade do objeto de estudo varia conforme o movimento. São situações que envolvem uma taxa de aumento ou diminuição na velocidade do móvel, sendo assim denominada aceleração (a). A aceleração de um corpo se dá no quanto a sua velocidade altera em um dado intervalo de tempo, sendo assim a equação para calcular a aceleração é:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{(V_f - V_i)}{(t_f - t_i)} \quad (4)$$

Assim como a equação (1), do MRU para velocidade média, desta também podemos obter outras equações isolando variáveis diferentes:

$$V_f = V_i + a \cdot t \quad (5)$$

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{a} \quad (6)$$

A unidade de medida da aceleração no SI é metros divididos por segundo elevado à segunda potência (m/s^2). A aceleração de um corpo pode ser positiva ou negativa, denominando assim o movimento acelerado (quando velocidade e aceleração possuem o mesmo sentido) e o retardado (quando velocidade e aceleração possuem sentidos contrários). Utilizamos agora a classificação do movimento feita para o MRU, de movimento progressivo e retrógrado acrescentando as possibilidades que o movimento pode ter, resultando em: progressivo acelerado, progressivo retardado, retrógrado acelerado e retrógrado retardado.

Para exemplificar cada etapa, vamos considerar que um carro, está parado em sua frente. Ele arrancará e alguns metros à frente irá retroceder em marcha ré até voltar onde estava no início. A arrancada é considerada progressiva acelerada, pois o carro acelera e se move para frente. Em seguida o carro começa a frear para engatar a marcha ré, então ele desacelera enquanto se move para frente, sendo assim um movimento progressivo retardado. Ao engatar a ré o carro acelera para trás, classificando o movimento como retrogrado acelerado. Próximo do ponto de onde iniciou o movimento, o carro começa a perder a aceleração no sentido negativo, sendo um movimento retrógrado retardado.

Quando a aceleração de um móvel é constante, ao escolhermos qualquer intervalo de tempo, saberemos que o aumento da velocidade é sempre o mesmo, sendo assim, se calcularmos a aceleração média a partir do repouso teremos:

$$A_m = \frac{V_i + V_f}{2} \quad (7)$$

Para um aumento constante na velocidade de um corpo teremos a equação da velocidade média substituindo a Velocidade final (V_f) da equação (5) na equação (7), obtendo:

$$V_m = V_i + \frac{a \cdot \Delta t}{2} \quad (8)$$

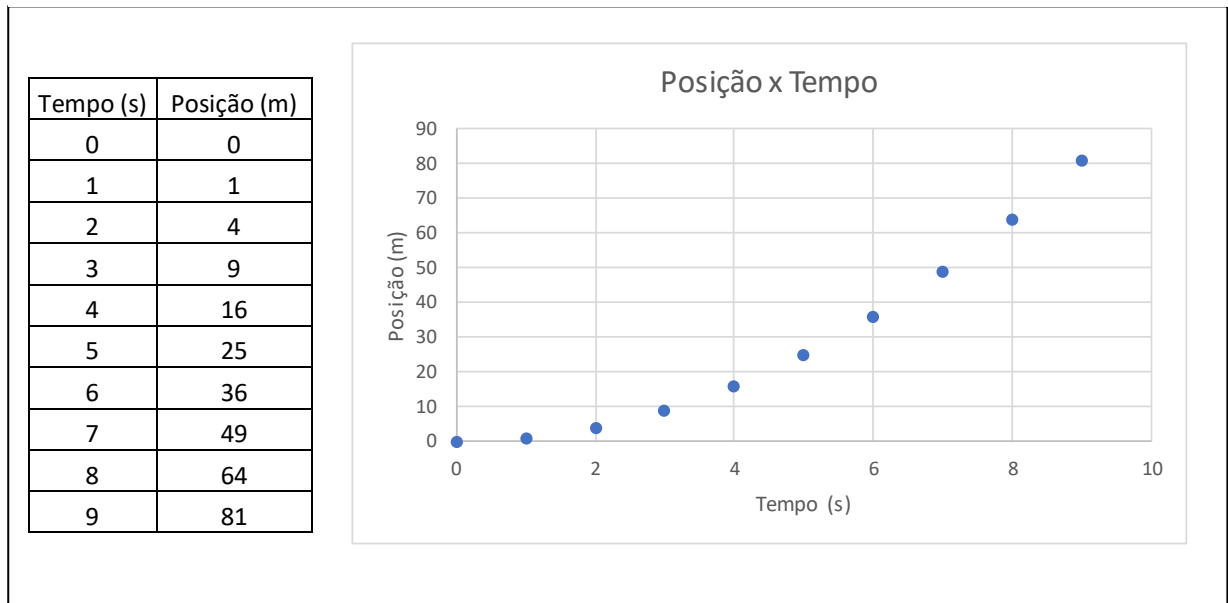
Portanto a posição de uma partícula ou corpo acelerada uniformemente em função do tempo será calculada a partir da substituição da V_m da equação (8) na equação (2):

$$S_f = S_i + V_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (9)$$

Nos vídeos presentes no produto, na tabela de dados, pode-se ver o tamanho do trilho de ar e o tempo de duração do movimento, sendo assim possível calcular a velocidade do carrinho no trilho de ar, seja média ou instantânea.

No MRUV assim como no MRUV, pode-se analisar dado fenômeno com sua tabela de dados ou representação gráfica, sendo assim, a Figura 7 mostra um exemplo dessa representação gráfica de um objeto com aceleração constante, que parte do repouso.

Figura 7 - Representação gráfica do movimento de um objeto com aceleração constante



Fonte: O autor

Observa-se a formação de uma curva para o gráfico, previsto pela função quadrática da posição em função do tempo. Para o caso do gráfico de velocidade em função do tempo, teremos uma reta, pois assim como a equação de velocidade média, a equação de aceleração média é uma função do primeiro grau, devendo limitar-se a uma reta.

CAPÍTULO 5 EXECUÇÃO DO TRABALHO

5.1 Aplicações do produto

5.1.1 *Locais de aplicação*

O presente trabalho foi aplicado em duas etapas, em duas escolas diferentes, uma pública e uma particular, que assim serão referenciadas daqui em diante. O intuito era de realizar duas aplicações em escolas tão diferentes para que se tivesse noção das diferentes realidades em que um professor pode utilizar o material disposto.

A primeira escola e, portanto, a primeira aplicação, foi o Colégio Estadual Polivalente – Ensino Fundamental, Médio e Profissional, localizado na cidade de Ponta Grossa, Paraná. É um dos maiores colégios da região e, portanto, considerou-se adequado para a aplicação pois, devido à quantidade de alunos e estrutura, seria até possível aplicar em duas turmas diferentes. A escola conta com 12 salas de aula, 2 laboratórios de informática, sala de recursos, uma sala multimídia (chamada salão nobre), biblioteca e 2 quadras poliesportivas.

A turma na qual o produto educacional foi aplicado foi uma turma de 1º ano do Ensino Médio Regular, com 33 alunos matriculados, sendo 2 destes alunos com necessidades educacionais especiais. Salientamos que nesta aplicação o autor não era professor titular da turma. A turma foi emprestada por 4 aulas para que o produto fosse aplicado.

A segunda aplicação do produto ocorreu no Colégio Marista Pio XII, também localizado em Ponta Grossa, Paraná. A pesquisa foi desenvolvida em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental II, em contraturno, dentro das atividades do Clube de Física, ministrado durante o ano letivo de 2018 pelo autor. Dentro das atividades previstas pelo Clube, há aulas experimentais sobre MRU e MRUV, as quais foram utilizadas para apresentar o produto educacional aos alunos.

5.1.2 *Primeira Aplicação (Colégio Público)*

A primeira aula da primeira UEPS se deu nos dias 12 e 23 de março de 2018. O planejamento feito tempo por início a realização de um mapa mental feito pelos alunos, para que o professor use como base comparativa para outro mapa que será feito no final desta atividade. O mapa mental em questão é para sondar quais as relações que o aluno faz sobre Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e com a ciência.

Antes de construir o mapa, é iniciada uma conversa para problematizar o assunto, em um contexto mais acessível para os alunos, visto que todo conteúdo precisa estar alinhado ao cotidiano do aluno. Para este fim, foi utilizado um vídeo do YouTube.com que é um recorte de uma série. O vídeo tem 10 minutos e apresenta uma ideia da relação ciência e da necessidade de um método investigativo.

O vídeo conta uma história de um grupo de seres primitivos que lutam com um segundo grupo pelo controle de uma fonte de água em uma região árida. A relação com método investigativo se encontra no momento em que o primeiro grupo é expulso e, à deriva no deserto, encontra um objeto que lhes desperta a curiosidade e começam a experimentar.

A palavra chave do mapa mental que os alunos devem fazer é Ciência. Desta maneira, esperamos ter uma ideia de como os alunos entendem qual a relação do método científico, de ciência e de como é estudado um fenômeno.

Após a apresentação do professor aos alunos, os alunos foram levados ao salão nobre onde os dispositivos de mídia estão localizados para assistir o vídeo e logo em seguida para realizar uma breve discussão sobre ciência. O salão nobre é uma sala de aula adaptada apenas para este fim, onde há apenas cadeiras de plástico ordenadas em fileiras como um auditório, voltados para a tela branca a qual aponta o projetor. Do outro lado do salão há um quadro branco o qual foi utilizado mais tarde ainda nesta aula.

Após os alunos terem assistido ao vídeo fizemos uma breve discussão sobre o método científico e a ciência, então foi pedido para que construíssem seus mapas mentais. Como previsto esta atividade durou uma aula.

A segunda aula prevista para a UEPS – MRU iniciou ainda no salão nobre, pois as aulas são geminadas, isto é, são duas aulas seguidas. Sendo assim, os alunos viraram suas cadeiras para o quadro branco, que se localiza do lado oposto à tela de projeção e logo no início da segunda aula o seguinte questionamento foi feito ao grande grupo:

- A) O que você entende por movimento?
- B) Como é estudado o Movimento?
- C) Qual a diferença entre o deslocamento entre os mesmos pontos de um carro, uma pessoa, uma caixa grande e um avião?
- D) Em dadas situações, importa o que causa o movimento?
- E) Como estudar movimento se as situações são tão diferentes?

Após as discussões geradas a partir dos questionamentos, foram feitas algumas sistematizações e analogias à velocidade, tal como a vazão de um tanque com água e lacrado com uma torneira aberta, em seguida a ideia de grandezas mistas tal como metro por segundo, mas em exemplos de estalos por segundo. No final da aula foram propostos os exercícios presentes no item

Na 3ª aula de aplicação da UEPS – MRU, produto educacional foi apresentado aos alunos. No início da 3ª aula após breve correção dos exercícios dados na aula passada, os alunos foram instruídos sobre o que fazer em relação ao vídeo proposto. Voltamos então ao salão nobre e projetar o vídeo através de um computador pessoal em forma offline para a turma toda ao mesmo tempo.

O vídeo mostrado à turma foi o MRU -1⁶, o qual tem um movimento mais lento e, portanto, daria maior visibilidade do experimento aos alunos por este motivo. O manual de instrução foi entregue e por interesse próprio, alguns alunos testaram e acessaram pelo celular no final da aula.

Após a visualização do vídeo por completo, na projeção foi deixada na tela de dados, e os alunos começaram a coletar os dados, copiando em seus cadernos e realizando a atividade proposta, que seria construir um gráfico de Velocidade por tempo.

A última aula da primeira UEPS – MRU, foi combinada com a professora da turma, que seria uma avaliação escrita de forma que a professora pudesse utilizá-la como avaliação formal conforme a escola havia determinado. Originalmente a UEPS foi planejada para que apenas o mapa mental servisse de avaliação, mas nesse caso adaptamos o mapa com uma das questões da prova.

5.1.3 Segunda Aplicação (Colégio Público)

A segunda aplicação do produto no Colégio Estadual Polivalente – Ensino Fundamental, Médio e Profissional. A primeira aula em foi na sala regular, nos dias 30 de março e 06 de abril de 2018, construindo a ideia da classificação dos movimentos retilíneos uniformemente variado no quadro com os alunos a partir de problemas em aberto propostos pelo professor. Inicialmente a introdução do tema se deu pelo questionamento em relação as funções dos três pedais presentes na maioria

⁶MOVIMENTO Retilíneo Uniforme – 1. Direção: Gustavo M. B. Morski. Produção: Gustavo M. B. Morski. 2018. 1 vídeo. 83 segundos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qwA4qyaPCVE>. Acesso em: 25 mar. 2021.

dos carros: o acelerador, a embreagem e o freio. Em seguida o problema aberto foi proposto:

Um carro estava iniciando uma descida quando o motor desliga e o motorista vê um caminhão manobrando no horizonte e sente que não vai conseguir desviar. Se ao chegar no final da descida e começar a frear, estando o caminhão na metade da quadra, o carro consegue ou não parar antes de bater? Considere uma rua cheia de muros onde o único caminho possível a seguir é em frente.

Neste momento então foi entregue uma atividade que continha o problema proposto com uma série de questões a serem respondidas. Nenhuma das questões era objetiva, logo todos os alunos deveriam apenas argumentar como deveria ser feita a estruturação do problema.

As perguntas foram sendo discutidas uma a uma, tendo uma esquematização simples no quadro, em relação aos gráficos, enquanto ocorria a discussão. No final destas duas aulas, os alunos receberam uma esquematização feita com gráficos e suas respectivas classificações de movimento, pois havia sido dito que suas participações na discussão seriam essenciais e que, portanto, não necessitariam copiar os gráficos do quadro.

O intuito deste momento foi de construir com os alunos os gráficos antes de dá-los prontos aos alunos, para que tenham melhor entendimento sobre como é construído um gráfico baseado na suposição do que deveria acontecer considerando o problema aberto.

A motivação e a organização estão bem colocadas nas duas primeiras aulas, e a sequência lógica que as UEPS tomam é que as seguintes sejam o experimento e a avaliação. Sendo assim, a semana seguinte foi o experimento seguido de avaliação, que assim como na primeira UEPS, por questões organizacionais da escola, foi uma avaliação formal.

O experimento foi projetado na tela, deixando para que todos assistissem pelo menos uma vez, e então o vídeo permaneceu pausado na sessão dos gráficos, assim como na primeira aplicação.

A última etapa foi uma avaliação formal, planejada para perceber se houve aprendizagem dos conteúdos pelos alunos.

5.1.4 Terceira Aplicação (Colégio Particular)

Esta aplicação do produto ocorreu nos dias 9 e 16 de maio de 2018. E teve uma quantidade reduzida de alunos para que se pudesse analisar melhor a qualidade dos resultados. Sabemos que o produto pode ser aplicado em qualquer tipo de escola em qualquer tipo de ensino, portanto escolheu-se o contraturno e uma turma reduzida para aplicar para dar mais tempo aos alunos para resolverem as atividades e para melhor avaliar os mapas mentais notando os comportamentos em sala e as contribuições ou complicações desta para o mapa. Em adição, as aulas foram feitas de duas em duas, ou seja, no dia 9 duas aulas e no dia 16 as duas últimas aulas.

No dia 9 de maio iniciou-se a primeira aula com 5 alunos, em uma das salas equipadas com o projetor multimídia. A primeira aula da sequência didática MRU conta com o vídeo e com uma conversa inicial para introduzir o tema, seguido da construção do mapa mental. O comportamento dos alunos quanto ao vídeo foi muito parecido com o dos alunos no ensino público, pois trata-se de um vídeo curioso e que chama a atenção, fazendo-os engajar na atividade com facilidade. Uma nota importante que deve ser adicionada é a de que os alunos em questão já tinham experiência com a construção de um mapa mental que não tem relação com o produto, mas que já haviam treinado como se monta um mapa e qual sua finalidade. Logo a facilidade em montar o mapa mostrou ter uma influência muito grande na realização da atividade e na composição dos dados.

Na segunda aula do dia 9 foi utilizado quadro negro e giz para a organização do conhecimento e a realização das atividades propostas na UEPS.

Na semana seguinte, no dia 16 de maio de 2018, A terceira aula da UEPS – MRU se iniciou com a entrega dos tablets para cada aluno, para que pudessem utilizar o roteiro de acesso entregue a cada um e acessar os vídeos. Tivemos um problema com a frequência dos alunos pois 2 tiveram de se ausentar, e ficamos apenas com 3. Sendo assim cada um ficou incumbido de realizar o experimento com apenas um vídeo. Dadas as instruções e distribuídos os vídeos entre os alunos, eles iniciaram a atividade que assim como previsto, durou 50 minutos.

A última etapa da UEPS MRU é a reconstrução do mapa mental utilizando a mesma palavra-chave Ciência.

5.1.5 Quarta Aplicação (Colégio Particular)

As datas desta aplicação foram os dias 14 e 21 de Junho, com as mesmas configurações propostas para a terceira aplicação, ou seja, contraturno, turma reduzida, aulas de duas em duas, sala do anfiteatro com projetor multimídia, porém desta vez foram chamados alguns alunos do 1º ano do Ensino médio, além dos alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental que já haviam participado da primeira aplicação neste colégio (UEPS -MRU).

Algumas mudanças foram feitas desde a aplicação desta UEPS no colégio público depois uma análise sobre os comportamentos dos alunos durante as atividades. A primeira aula continuou com a mesma sistemática: a introdução da ideia de aceleração a partir da conversa sobre a função dos pedais de um carro, e finalizando com o problema aberto com questionários, que desta vez foi pedido para que fosse entregue.

A segunda aula foi a que teve mais mudanças, pois era uma estruturação do conhecimento no quadro com os alunos, isto fez com que alguns se dispersassem na primeira aplicação, e então foi repensada para que eles participassem mais ativamente, sendo assim, antes de entregar a sistematização dos gráficos, foi feito em conjunto com os alunos uma estruturação no quadro, enquanto os mesmos faziam anotações das características presentes em cada tipo de gráfico. Sendo esta, uma informação que a sistematização dos gráficos não contém, utilizando o exemplo previsto para a segunda aula, que é outra situação de problema aberto e discutindo todas as ideias dadas pelos alunos.

A terceira aula e por fim, a prática que utiliza a parcela online do produto também foi modificada em relação a primeira aplicação, pois como não foi requisitada uma avaliação formal, a forma a avaliar a utilização do vídeo também mudou. Ao invés de pedir a mesma atividade para todos os alunos, foi mostrado o vídeo uma vez para o grande grupo, e então entregue os tablets para cada aluno pedindo para que cada um ficasse responsável por um intervalo de tempo do gráfico, e que fizessem os cálculos das velocidades de 4 pontos distintos dentro desse intervalo. Alguns fizeram mais rápido e como tinham mais pontos fizeram mais. Enquanto a turma trabalhava o professor preparou um gráfico, no qual os valores obtidos para a velocidade do carrinho de todos os alunos seriam colocados. Para esta aplicação foi usado um papel quadriculado simples.

Na quarta e última aula da UEPS – MRUV foi entregue uma folha em branco para que os alunos entregassem com suas conclusões sobre o gráfico. Importante frisar a ideia de que não se pode ter boas conclusões se não houver cooperação entre os alunos ao colocar os dados no gráfico e conversar sobre a interpretação. Neste momento o professor pode perceber através das falas dos alunos enquanto redigem o texto e conversam entre si quais as possíveis lacunas conceituais que podem ter permanecido. Pois é o momento em que os alunos vão transcrever suas ideias. Esta atividade foi entregue no final da aula.

CAPÍTULO 6 DISCUSSÃO E RESULTADOS

6.1 UEPS – MRU

Para cada aplicação desta unidade de ensino houve momentos diferenciados de avaliação e coleta de dados. No colégio público, após a primeira aplicação houve a necessidade de realizar uma avaliação como exigência do colégio. No colégio particular, como não havia tal necessidade, houve mais tempo para os alunos se dedicarem ao mapa mental, tornando a coleta de dados mais completa.

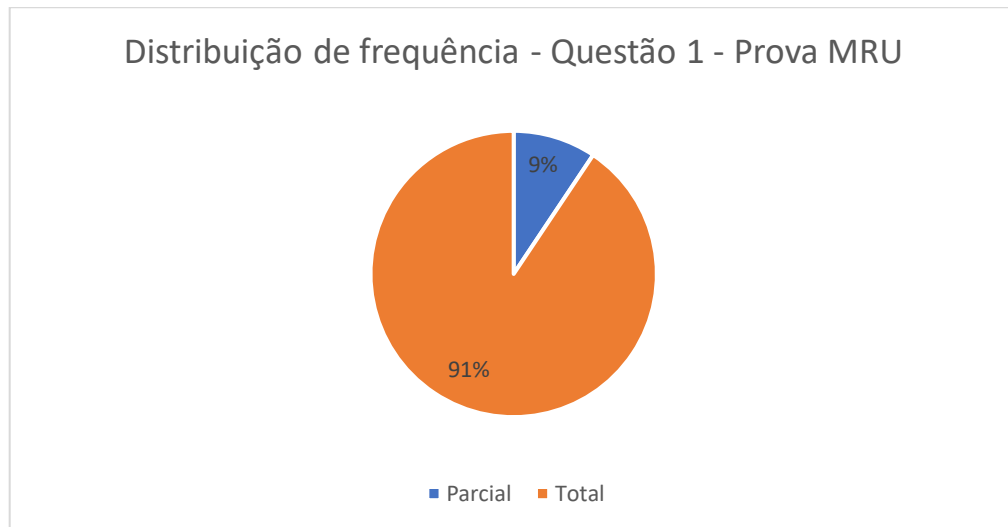
Vale ressaltar que os alunos do colégio público não costumam fazer mapas mentais, o que dificultou a elaboração do mesmo pelos alunos. Alguns mapas ainda assim chamaram a atenção pela quantidade de conexões ou pela falta de conexões.

A análise utilizando como parâmetro de comparação o primeiro mapa mental feito pelos alunos e o segundo para esta unidade de ensino teve grande influência da prova formal. A prova consistiu em cinco questões de MRU, com transformações de medida e cálculo de velocidade média, e a quinta questão foi refazer o mapa, como os alunos tiveram apenas 50 minutos para resolver toda a prova, tiveram menos tempo para refazer o mapa o que prejudicou a coleta de dados qualitativos para a análise desta aplicação. Sendo assim, tomamos as respostas das questões também como avaliativo para a análise de resultados pois como se tratou de uma aplicação ajustada ao currículo da escola, isto é, a aplicação da UEPS - MRU no colégio público foi exatamente nos dias em que a professora da turma iria iniciar o conteúdo de MRU na disciplina de Física. As aulas seguiram de acordo com a UEPS e o resultado da prova como um todo mostra um perfil avaliativo para a unidade nesta aplicação.

As Figuras 8, 9, 10, 11 e 12 têm a mesma formatação e conteúdo. Sendo a quantidade relativa de acertos das questões: Sendo (T) para valor total da questão, um acerto integral. Consideramos (P) para valores parciais, aqueles que tentaram argumentar ou erraram matematicamente. E (Z) para aqueles que não fizeram ou erraram completamente, tendo argumentado o conceito de maneira errônea.

A Questão 1 da prova realizada como avaliação formal no colégio público (Prova MRU) foi a seguinte: *“Um móvel com velocidade constante igual a 20 m/s parte da posição 5 m de uma reta numerada e anda de acordo com o sentido positivo da reta. Determine a posição do móvel após 15 s de movimento.”* Essa questão foi criada para perceber a fixação do conceito básico de velocidade

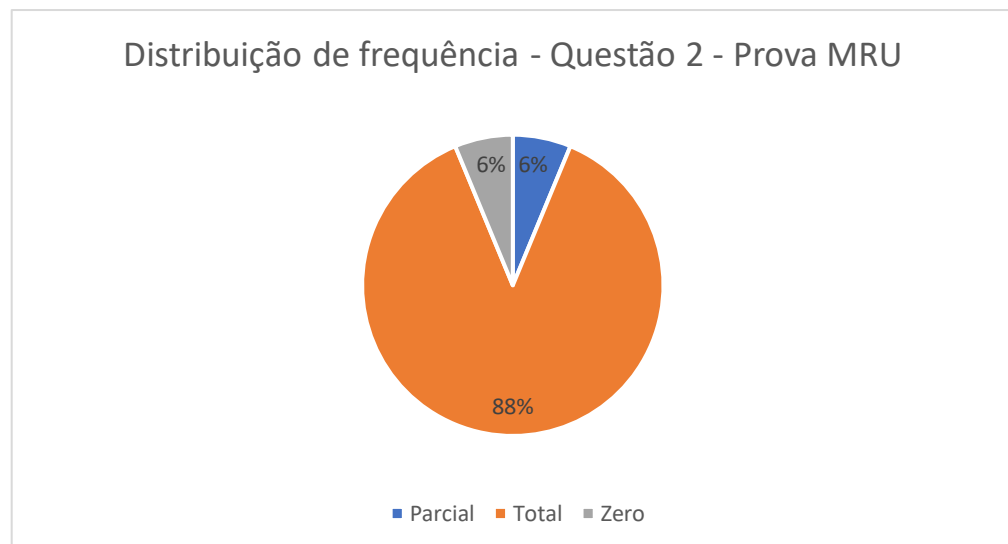
Figura 8 - Distribuição de frequências totais, parciais e zeros da questão 1 da prova MRU



Fonte: O autor.

A Questão 2 foi: “Um Velocista sai da posição 15 m de uma pista de corrida e anda até a posição 875 m mantendo uma velocidade constante de 2 m/s. Sabendo disso, determine o tempo gasto para completar a caminhada.” Nesta questão o objetivo era perceber a articulação da equação de velocidade.

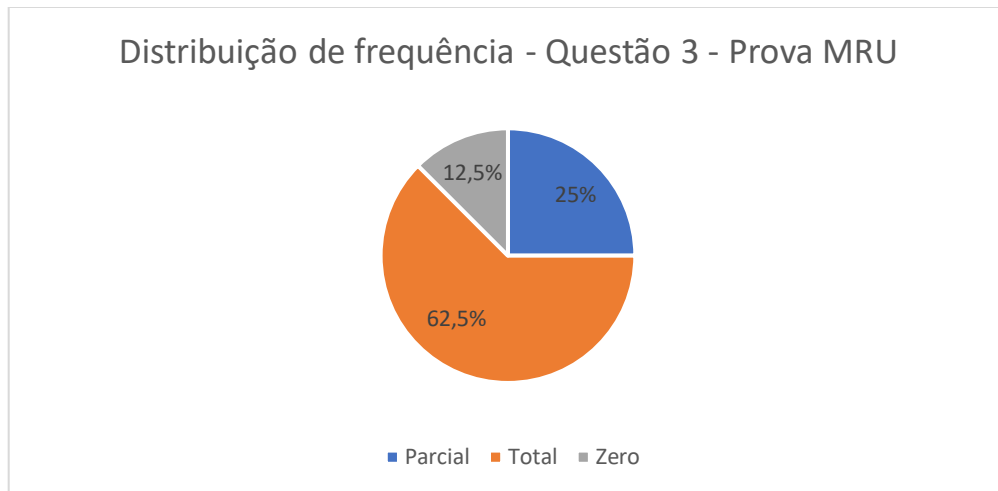
Figura 9 - Distribuição de frequências totais, parciais e zeros da questão 2 da prova MRU



Fonte: O autor.

A Questão 3 foi: “Você vai para a escola com a velocidade média de 30 km/h e volta com a velocidade média de 20 km/h. Para ir e voltar gastando o mesmo tempo, sua velocidade média deveria ser:” O objetivo desta questão era diferenciar os conceitos de Velocidade Média e Velocidade Escalar Média.

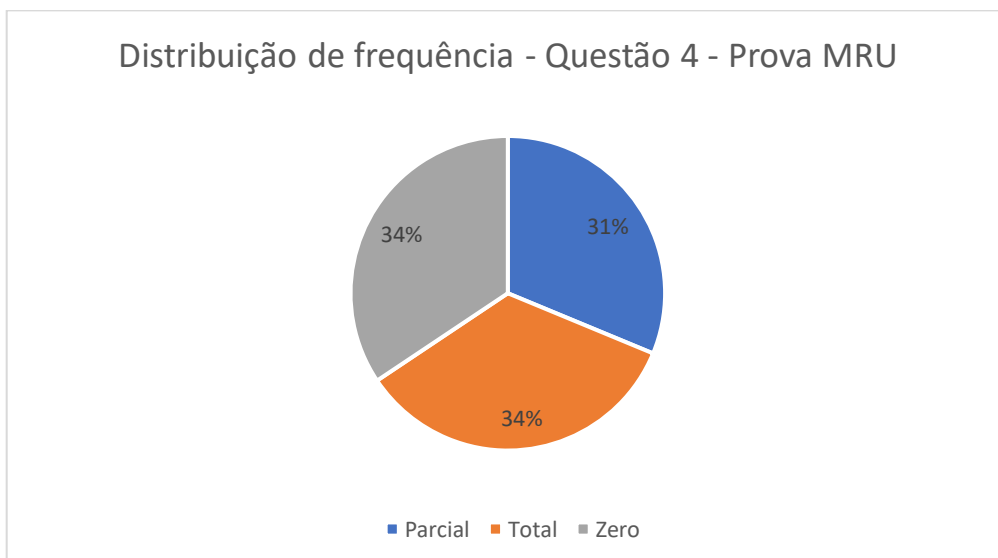
Figura 10 - Distribuição de frequência de acertos totais, parciais e zeros da questão 3 da prova MRU



Fonte: O autor.

A Questão 4 (Q4) foi uma demonstração das questões em formato de vestibular, pois alguns alunos pensam em prosseguir os estudos em nível superior. Mesmo não sendo uma opinião generalizada na sala de aula das escolas da rede pública, optou-se por mostrar aos alunos que tipo de questão seria:“(PUC-PR) Um automóvel parte de Curitiba com destino a Cascavel com velocidade de 60km/h. 20 minutos depois parte outro automóvel de Curitiba com o mesmo destino à velocidade 80 km/h. Depois de quanto tempo o 2 automóvel alcançará o 1?”

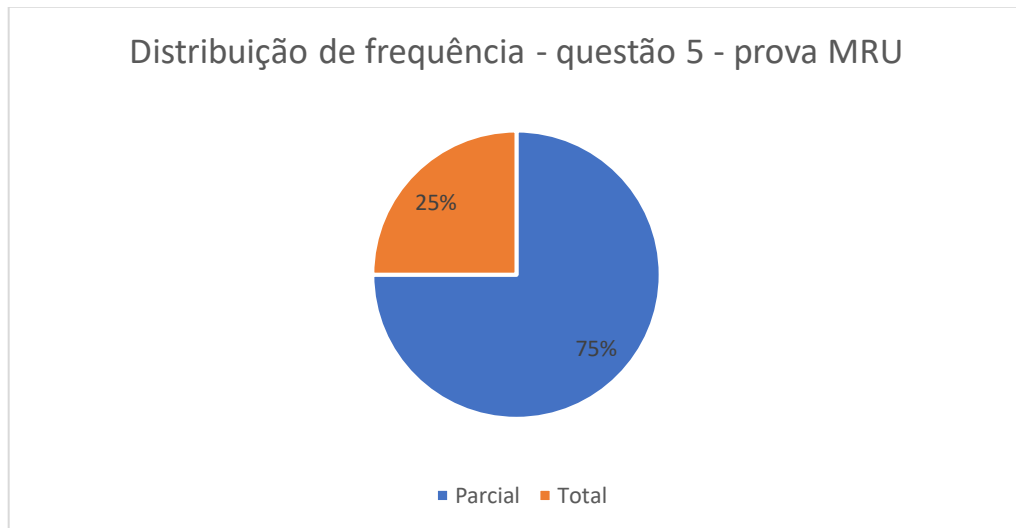
Figura 11 - Distribuição de frequência de acertos totais, parciais e zeros da questão 4 da prova MRU



Fonte: O autor

A Questão 5 (Q5) como supracitado é a questão em que os alunos deveriam refazer o mapa mental realizado na primeira aula da UEPS, considerou-se como zero aqueles que não conseguiram fazê-lo a tempo.

Figura 12 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 5 da prova MRU



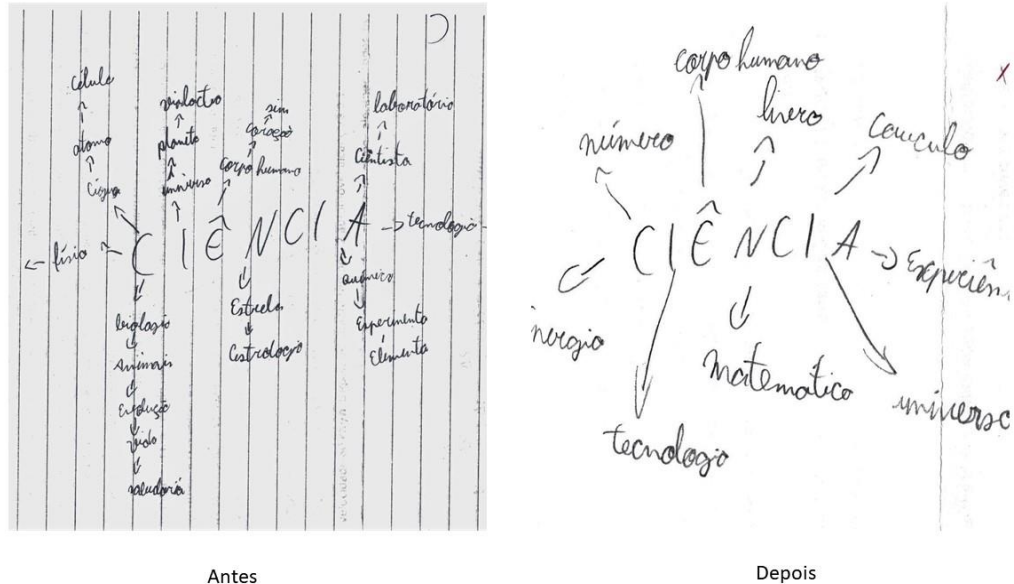
Fonte: O autor.

Podemos ver a partir das figuras 8, 9, 10, 11 e 12 que os alunos tiveram maior pontuação nas duas primeiras questões, tendo pouquíssimos que não fizeram ou erraram totalmente.

Podemos afirmar com base nos resultados apresentados são indicadores que os objetivos foram alcançados. Para as questões 3 e 4, consideradas de um nível de complexidade maior, temos um valor maior de questões zeradas, principalmente na questão 4. Este resultado mostra que para situações com muitas informações, tal como o encontro da trajetória de 2 objetos não foi bem articulado durante as atividades. Além disso, foi-nos alertado pela professora que os alunos desta turma de 1º ano do ensino médio têm grandes dificuldades em álgebra básica e divisão com números decimais.

A análise quantitativa sobre os mapas mentais foi prejudicada pelo fato de que nem todos os alunos conseguiram fazer, devido ao tempo insuficiente para expressar-se, não colocando quase nada. Em termos de quantidade de conexões de conceitos, mesmo os que haviam feito pouco no primeiro mapa mental fizeram ainda menos ligações no segundo. Pode-se dizer que fizeram “por fazer” ou com pressa apenas para ganhar a nota. A figura 13 a seguir mostra um exemplo disso:

Figura 13 - Mapa mental feito pelo aluno A como atividade avaliativa no colégio público, na primeira e na última aula da UEPS – MRU.



Antes

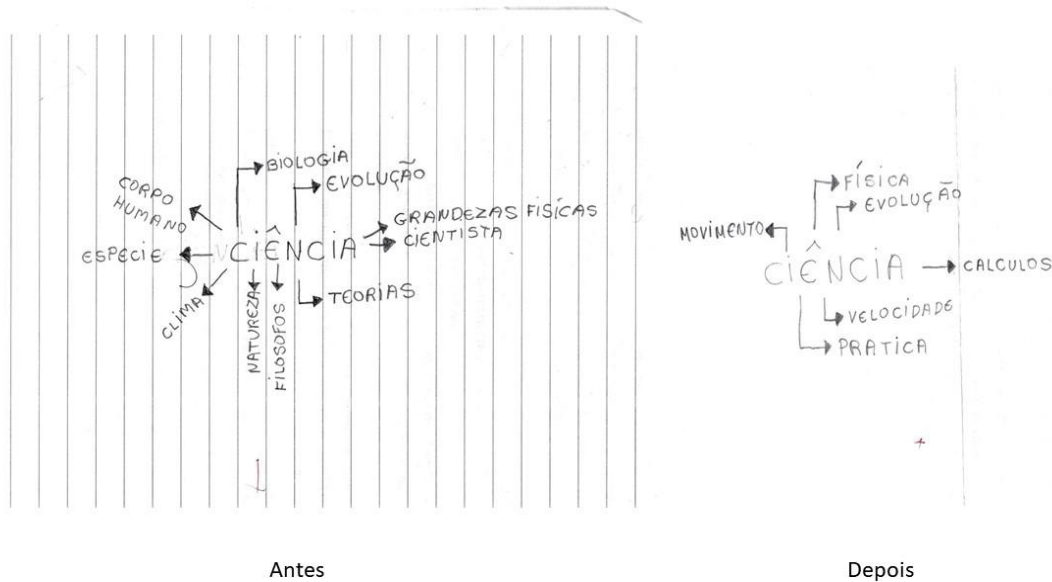
Depois

Fonte: O autor.

Na imagem acima, o mapa mental feito na primeira etapa está à esquerda, em uma folha de caderno e o mapa mental feito na Q5 da prova está no verso da mesma, na folha sulfite à direita. Foram devolvidos aos alunos os mapas mentais para que pudesse fazer alterações em relação ao que já haviam escrito, realocar ligações caso houvesse necessidade ou remover ligações que achassem necessário.

Alguns outros mapas mentais demonstraram mudanças um tanto quanto drásticas se levado em consideração o primeiro. Á exemplo temos este em que o aluno removeu todas as conexões e reescreveu apenas com o conteúdo trabalhado durante o período das 4 aulas, como podemos ver na imagem a seguir:

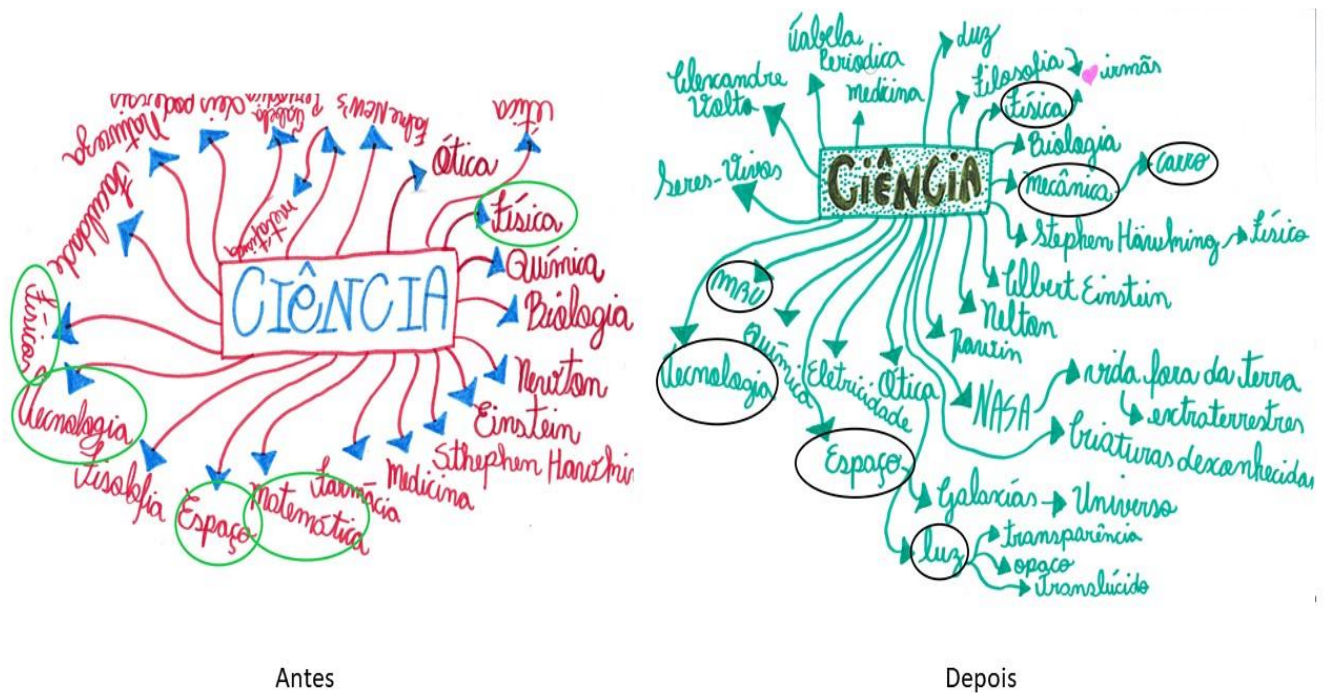
Figura 14 - Mapa mental feito pelo aluno B como atividade avaliativa no colégio público, na primeira e na última aula da UEPS – MRU



Fonte: O autor.

No colégio particular esta atividade teve uma base comparativa diferente, tendo 2 mapas mentais feitos pelos alunos com uma dedicação maior de tempo com um número menor de alunos. Sendo assim tomando os mapas mentais antes e após da unidade de ensino, comparamos quais conexões deixaram de aparecer e quais as conexões que apareceram. Daremos maiores importância para as conexões que permeiam os temas trabalhados durante as atividades, sendo estes assuntos relacionados à: mecânica, cinemática, ciência, epistemologia, método científico, experimentação, como pode se observar na figura 15.

Figura 15 - Mapa mental feito pelo aluno C do colégio particular na primeira e na última aula da aplicação da UEPS - MRU. As palavras foram destacadas pelo autor.

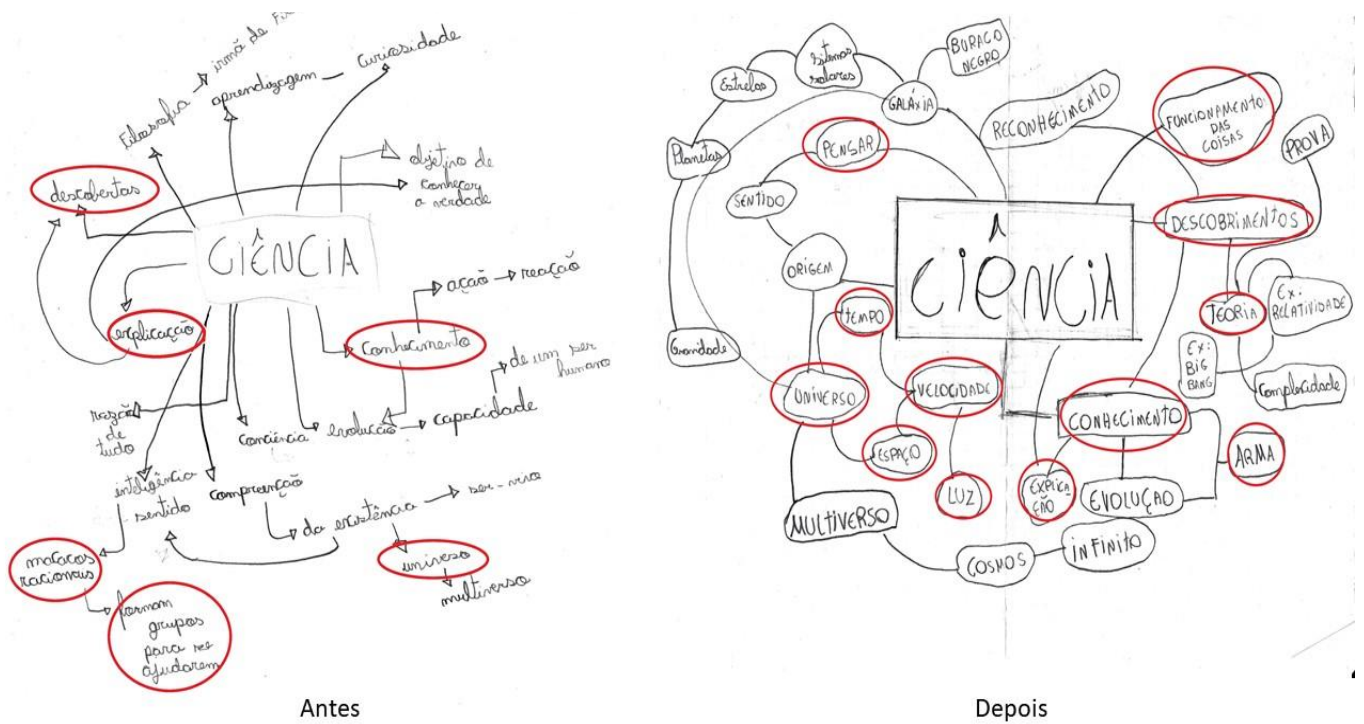


Fonte: O autor.

No lado esquerdo da figura 15, destacamos as conexões com relevância segundo o tema trabalhado em sala. As palavras destacadas são: *Espaço*, *Tecnologia*, *Matemática*, *Física*, *Físicos* e *luz*;

Na imagem da direita destacamos as palavras: *Espaço*, *Tecnologia*, *Mecânica*, *Carro*, *Física* e *MRU*.

Figura 16 - Mapa mental feito pelo aluno D do colégio particular na primeira e na última aula da aplicação da UEPS - MRU. As palavras foram destacadas pelo autor.

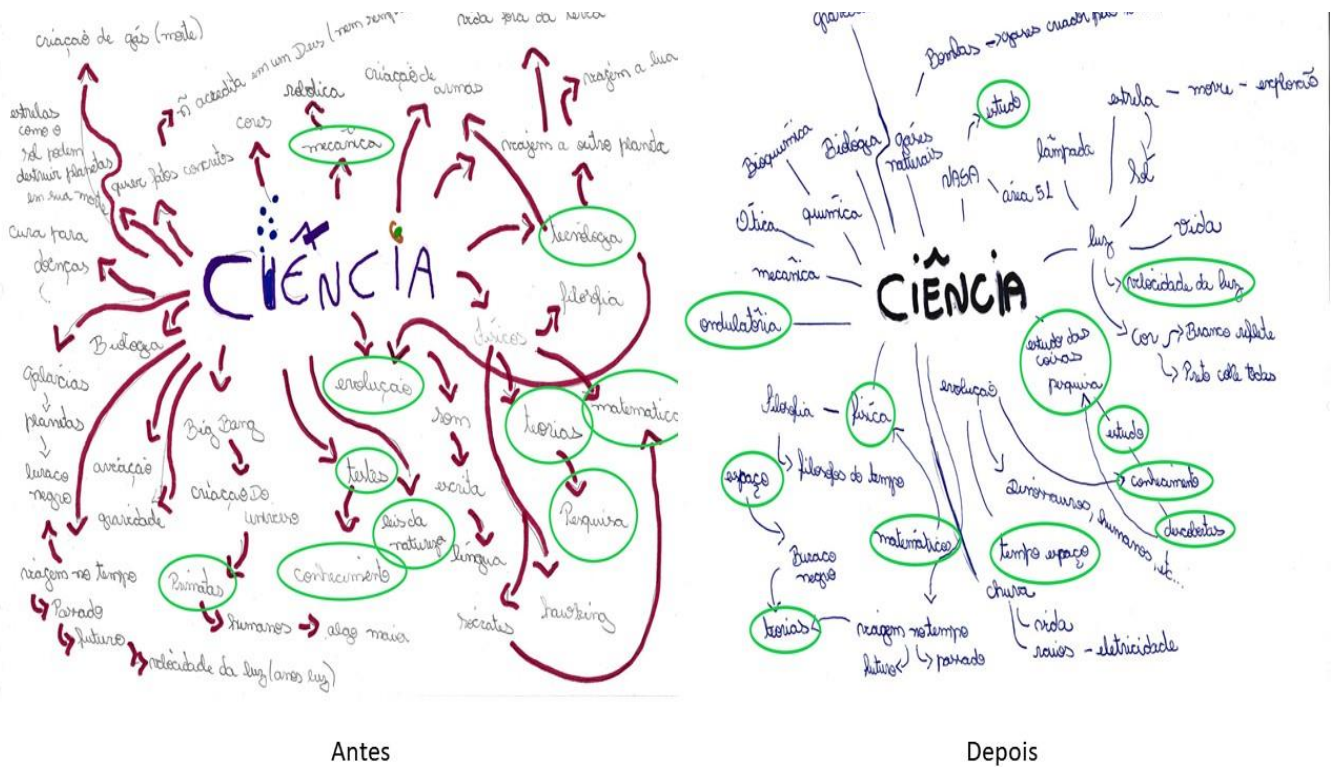


Fonte: O autor.

As palavras destacadas da figura 16, no mapa mental do lado esquerdo são: *Formam grupos para se ajudarem, Universo, Macacos Racionais, Conhecimento, Explicação e Descobertas.*

No lado direito as palavras destacadas são: *Tempo, Pensar, Velocidade, Universo, Espaço, Descobrimtos, Funcionamento das coisas, Teoria, Arma, Conhecimento, Explicação e luz*

Figura 17- Mapa mental feito pelo aluno E do colégio particular na primeira e na última aula da aplicação da UEPS - MRU. As palavras foram destacadas pelo autor.



Fonte: O autor.

As palavras destacadas na Figura 17, no mapa mental da esquerda são: *Mecânica, Tecnologia, Pesquisa, Matemática, Primatas, Conhecimento, Evolução, Teorias, Testes e Leis da Natureza.*

Do lado direito as palavras destacadas são: *Estudo, Velocidade, Estudo das coisas, Pesquisa, Conhecimento, Descobertas, Ondulatória, Física, Matemática, Espaço, Teorias, Tempo, Espaço.*

Em todos os casos, é possível ver um aumento de palavras pertencentes ao tema central entre os respectivos antes e depois. Também se percebe a remoção de algumas “palavras” não relativas a ideias científicas e a inserção de conteúdos que, mesmo não fazendo parte das discussões já estavam na estrutura cognitiva do aluno, porém não haviam sido assimilados no primeiro momento.

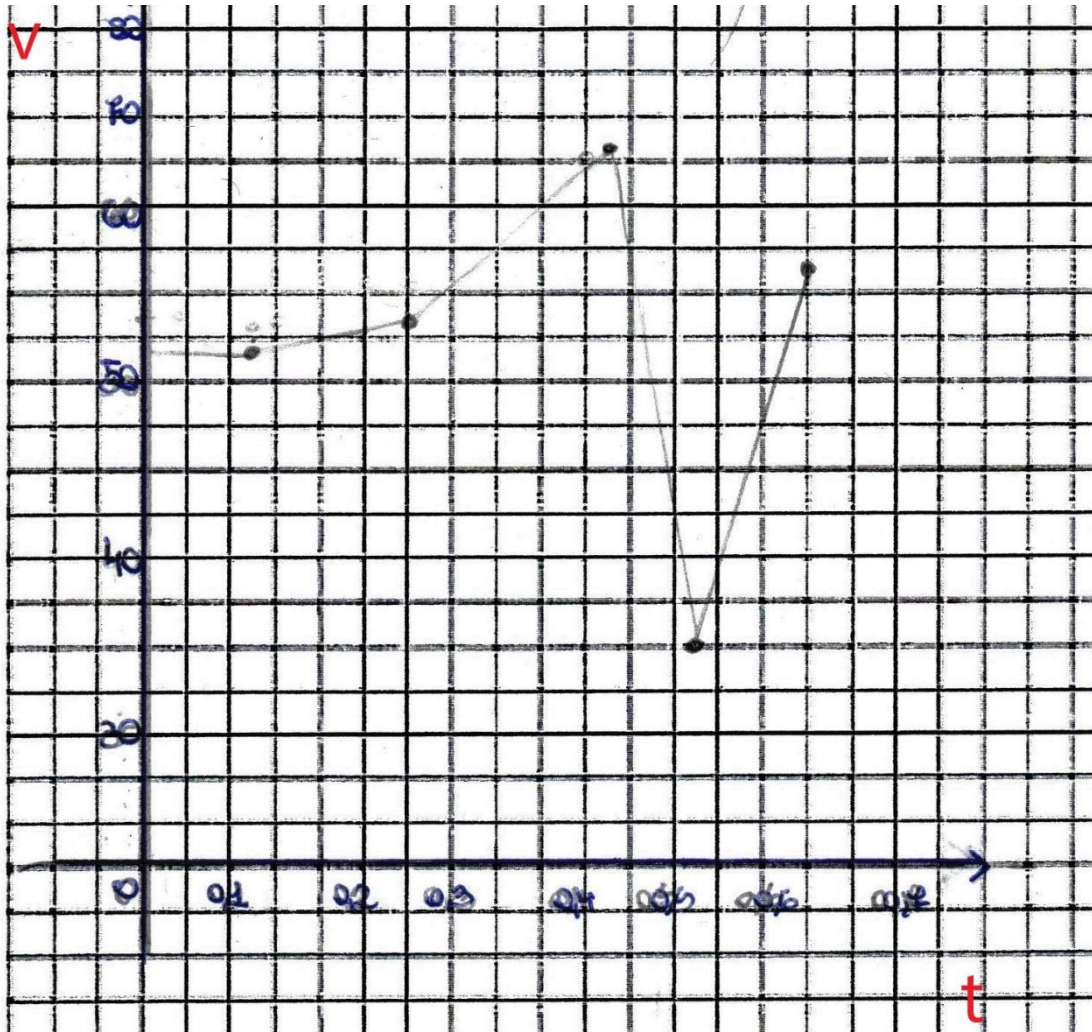
Algumas dessas palavras chamam bastante a atenção como por exemplo: *Arma*. Visto que no vídeo passado aos alunos; a epifania dos neandertais; gera a ideia de ferramenta, que no caso se torna uma arma para que conseguissem retornar ao lugar ao qual foram despejados no início. Esta ideia foi relacionada à criação de bombas a partir dos descobrimentos de novos conhecimentos.

Neste contexto foi explicado que nem sempre um cientista que descobre um novo conhecimento ou técnica tem boa índole, ou que mesmo que tenha boas razões para experimentar e descobrir não pode responder pelas ações daqueles que fazem uso do conhecimento gerado.

O mapa mental sendo uma representação pictórica da organização cognitiva do indivíduo de forma livre, demonstra que houve mudanças positivas em relação a atividade realizada. Essas modificações são indícios de mudanças na visão dos alunos sobre Ciência e como ela é feita, tendo feito um experimento de MRU.

A atividade realizada, em sua essência, foi a mesma nas duas aplicações, calcular velocidades através dos vídeos no Blog e construir um gráfico de velocidade em função do tempo. Os gráficos foram construídos e a partir deles foi discutido os aspectos matemáticos relacionado a um fenômeno. A Figura 18 mostra um exemplo de um gráfico feito pelo aluno E.

Figura 18 - Gráfico da velocidade em função do tempo feito pelo aluno E do colégio particular, no final da atividade experimental afim de iniciar a discussão sobre velocidade média.



Fonte: O autor.

6.2 UEPS – MRUV

Assim como a análise feita para a unidade anterior à esta também está sujeita à diferentes modos de interpretação dos dados. A primeira aplicação desta unidade contou com um momento de desinteresse por parte da turma, especificamente no momento da estruturação do problema, comparando com as outras 5 aulas que já haviam sido dadas, por outro lado houve uma melhora significativa na terceira aula desta unidade, a qual utiliza os vídeos. Essas atitudes demonstram a diferença de rendimento dos alunos quando engajados em atividades onde são ouvintes e atividades onde são ativos.

Para a aplicação no colégio público foram utilizados os mesmos parâmetros de comparação e análise de resultado que utilizamos na unidade anterior. A validação desta proposta foi dada em função do desempenho dos alunos nas questões da avaliação formal.

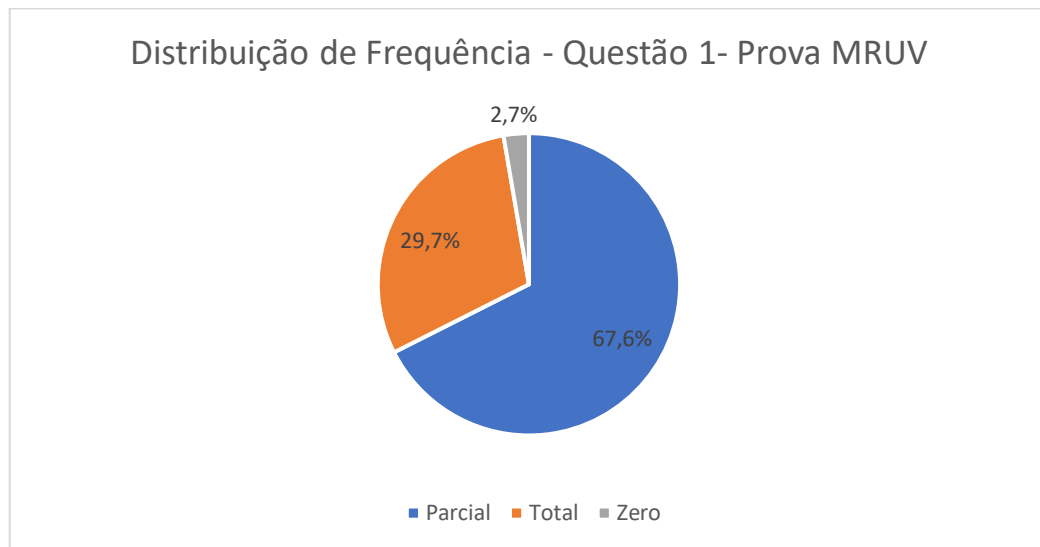
A prova continha seis questões, de valor 0,5 cada, totalizando três pontos no total. Destas seis questões, três eram de somatória, pois segundo a professora da turma, era necessário iniciar o treinamento dos alunos com as questões do vestibular da universidade local. Lembrando que as questões somatórias são avaliadas conforme sua estrutura, isto é, se o aluno marcou apenas as corretas receberá valor total, se marcou algumas das corretas e nenhuma errada tirará nota parcial e por fim se marcar uma errada que seja ou não marcar nenhuma terá a nota zerada.

As figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24 mostram as distribuições de acertos totais, parciais e erros a respeito das seis questões da prova MRUV.

A questão 1, de somatória era:

<p>(0,5) Analise as afirmativas, referente a existência da aceleração do ponto de vista da Física. Marque a(s) correta(s):</p> <p>01) Um carro parado no semáforo com o motorista pisando no acelerador.</p> <p>02) O mesmo carro ao arrancar no sinal verde até atingir 60 km/h em 20 s.</p> <p>04) Um caminhão que em uma descida tem seus freios acionados e reduz sua velocidade de 80 km/h para 70 km/h.</p> <p>08) Um ônibus que viaja em uma estrada plana com velocidade constante de 80 km/h.</p>

Figura 19 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 1 da prova MRUV



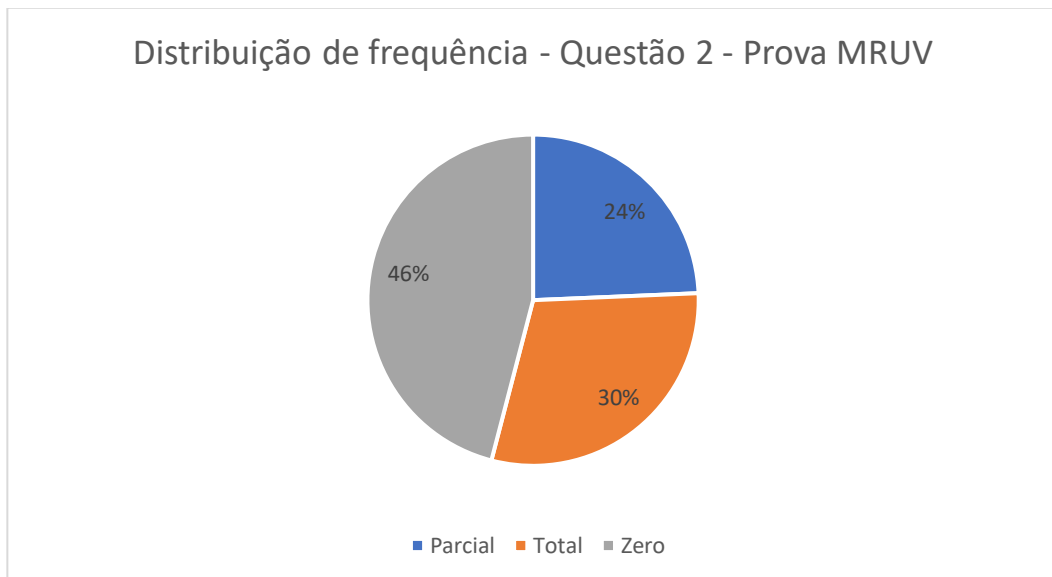
Fonte: O autor.

Considera-se de um nível de dificuldade um pouco maior as questões de somatória justamente pela presença de uma ou mais possíveis respostas para cada questão. Vemos que para a primeira questão o conceito de aceleração como variação de velocidade os alunos tiveram uma boa pontuação quase não zerando. A presença de várias respostas parciais neste gráfico mostra a incerteza em algumas situações por parte dos alunos.

A questão 2, uma questão objetiva, era a seguinte:

(0,5) A velocidade de um corpo varia de 5 m/s para 20 m/s em 3 s. Calcular sua aceleração escalar média.

Figura 20- Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 2 da prova MRUV



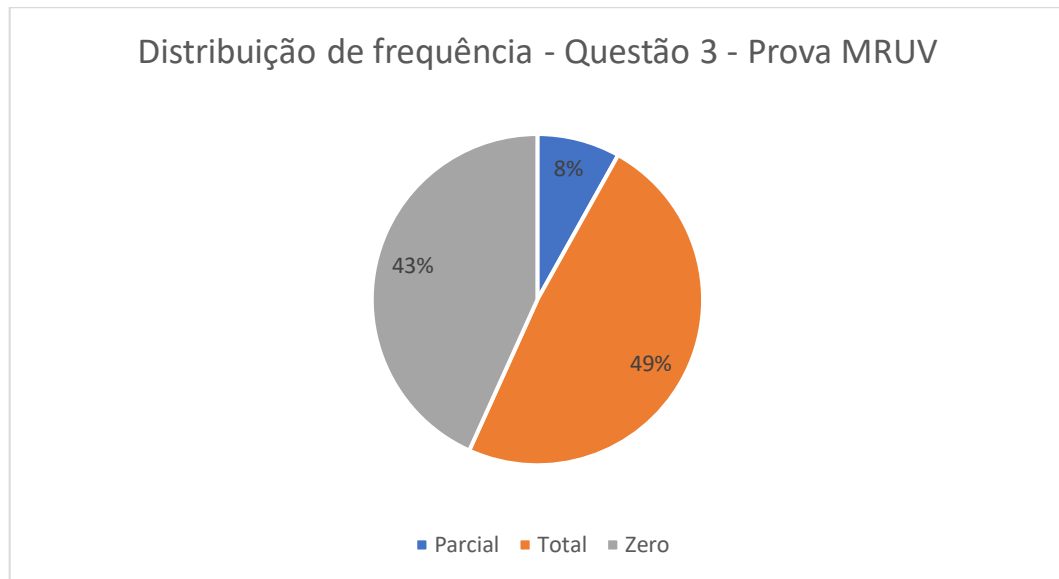
Fonte: O autor

A figura 20 mostra que a maioria dos alunos não conseguiu sequer responder esta questão, e alguns conseguiram insatisfatoriamente. Visto que a turma cuja UEPS aplicada é a mesma que a aplicação anterior e que, o cálculo de aceleração e de velocidade média é basicamente o mesmo, porém com dados e interpretação diferentes, podemos perceber que os alunos não conseguiram interpretar corretamente o que devia ser feito na questão. Além disso salienta-se que houveram erros matematicamente grosseiros.

A questão 3, também objetiva era:

(0,5) Partindo do repouso, um avião percorre a pista e atinge a velocidade de 360 km/h, em 25 s. Qual o valor da aceleração escalar média, em m/s^2 .

Figura 21- Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 3 da prova MRUV



Fonte: O autor.

No resultado mostrado para esta questão, parte soube responder a questão cuja procedimento era muito parecido com a anterior e a outra parte não. Além disso esta questão conta com uma transformação de unidades de km/h^2 para m/s^2 .

A questão 4 era de múltipla escolha e contava com uma figura retirada da internet junto com a questão:

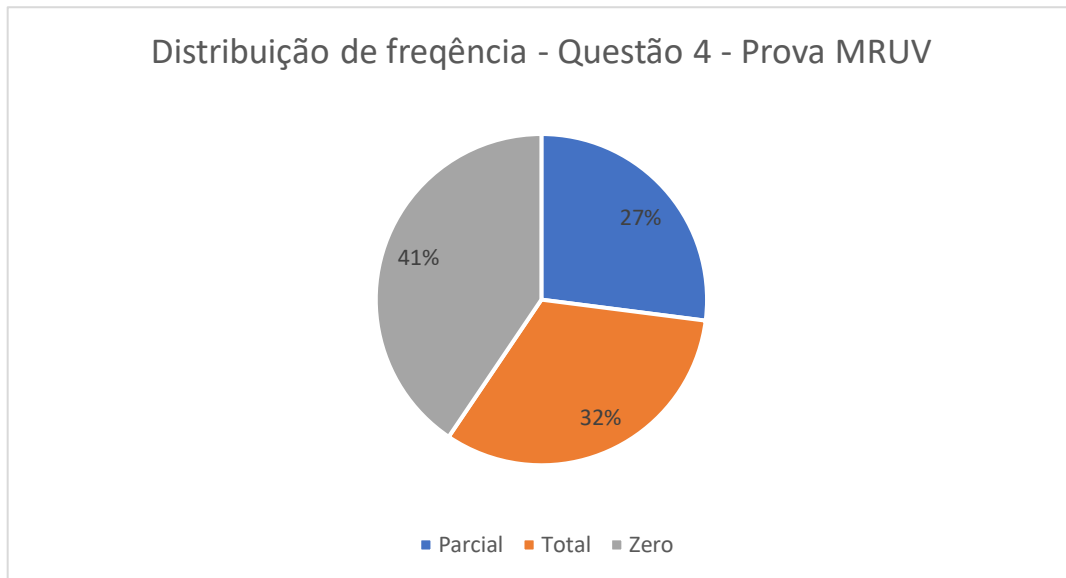
(0,5) (FGV- SP) Um trem desloca-se com velocidade de 72 km/h quando o maquinista vê um obstáculo à sua frente.



Aciona os freios e pára em 4 s . A aceleração média imprimida ao trem pelos freios foi, em módulo, igual a:

- a) 18 m/s^2 b) 10 m/s^2 c) 5 m/s^2 d) 4 m/s^2 e) zero

Figura 22 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 4 da prova MRUV



Fonte: O autor

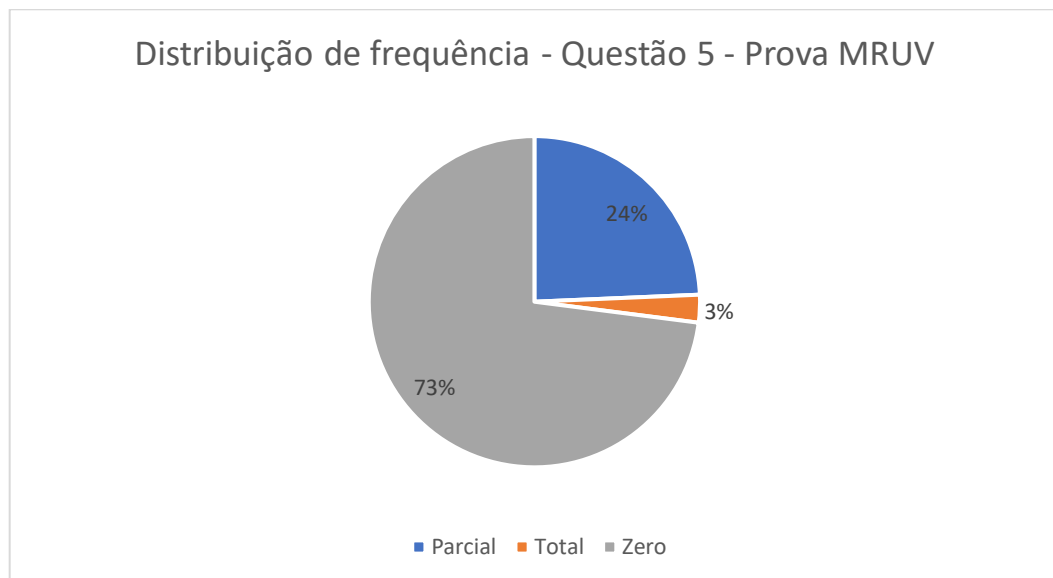
Novamente uma questão cujo objetivo era perceber a aceleração em um efeito retardado, isto é uma aceleração negativa, portanto pede-se o módulo da mesma. Uma distribuição balanceada de respostas, o fator preocupante aqui é o de que os alunos não perceberam que um dos valores para a aceleração devia ser zero quando o trem parasse. O fato de os alunos não terem percebido, fez com que a maior parte errasse, montando a equação na prova, sem dar continuidade.

A questão 5, de somatória, sobre aceleração constante era:

(0,5) Dizer que um movimento se realiza com uma aceleração escalar constante de 5 m/s^2 , significa que:

- 02) em cada segundo o móvel se desloca 5m.
- 04) em cada segundo a velocidade do móvel aumenta de 5 m/s .
- 06) em cada segundo a aceleração do móvel aumenta de 5 m/s .
- 08) em cada 5s a velocidade aumenta de 1 m/s

Figura 23 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 5 da prova MRUV



Fonte: O autor.

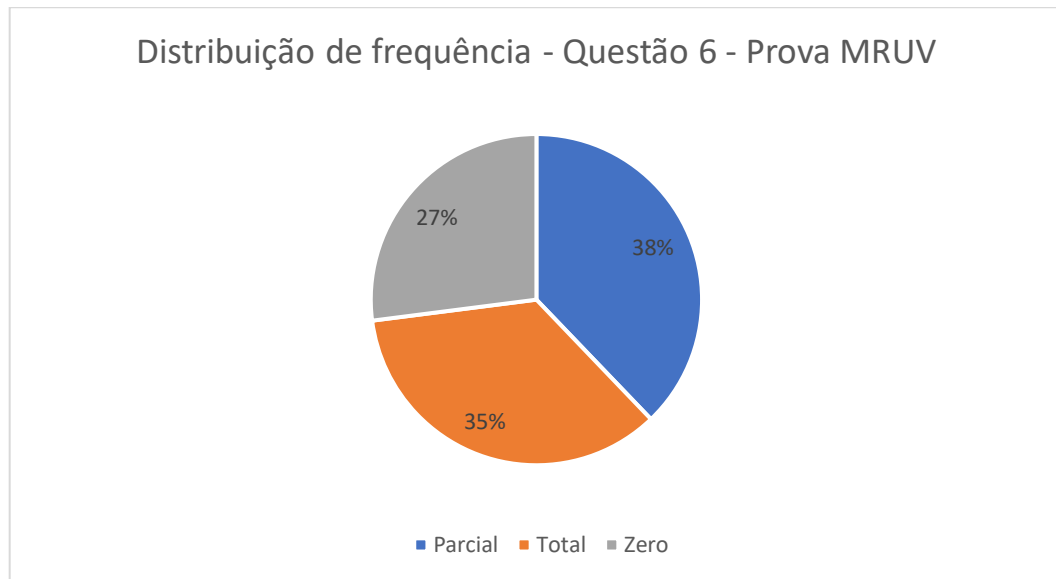
Sem dúvidas a questão com a maior quantidade de zeros. Mostra a deficiência em interpretação gráfica da turma, pois quando montamos os gráficos juntos no quadro na etapa 2 da UEPS MRUV, assumimos que a aceleração deveria ser constante, portanto, uma maneira de responder esta questão era através de um gráfico ou, é claro, através dos cálculos.

A última questão, questão 6, era de somatória e continha apenas duas respostas corretas, uma em relação a classificação do movimento e outra em relação aos cálculos. A questão era:

(0,5) Um dos carros mais rápidos do mundo é o Bugatti Veyron, que alcança a velocidade máxima de aproximadamente 410 km/h, conseguindo chegar de zero a 99 km/h em aproximadamente 2,5 s. Nesse intervalo de tempo, podemos concluir que:

01) a aceleração escalar média do carro é 11 m/s².
 02) a aceleração escalar média do carro é 39,6 m/s².
 04) o movimento é classificado como acelerado.
 08) o movimento é classificado como retardado.

Figura 24 - Distribuição de frequência de acertos parciais, totais e zeros da questão 6 da prova MRUV



Fonte: O autor.

Percebe-se que boa parte dos alunos acertou parcialmente esta questão. Isto se deve ao fato de que uma das alternativas corretas da somatória era de classificação, o que foi bem discutido na sala.

Como resultado desta aplicação percebemos que houve um problema com a interpretação da equação de aceleração média, pois a maioria das questões que continham cálculos teve maior número de notas zeros ou parciais. O momento em que os cálculos estavam mais presentes durante as etapas desta UEPS foi o experimento, onde assim como o experimento da UEPS anterior, os alunos fizeram um gráfico de velocidade em função do tempo. Para que isto fosse feito precisariam calcular a velocidade do corpo e perceber que a variação era contínua. Como foi deixado para que os alunos escolhessem livremente os dados e fizessem os cálculos, tendo coletado valores muito próximos, não puderam ter esta percepção, portanto para a próxima aplicação foram necessárias várias mudanças nos aspectos sequenciais da UEPS MRUV.

A segunda aplicação, feita no colégio particular, foi feita com uma comparação das respostas do problema aberto proposto no início da unidade e da conclusão do gráfico que foi montado no final da mesma.

Procurando demonstrar que os cálculos feitos pelos colegas teriam importância, a ideia foi que cada aluno escolhesse um intervalo de tempo no gráfico, e então calculasse pelo menos 4 pontos dentro desse intervalo. Desta forma a turma

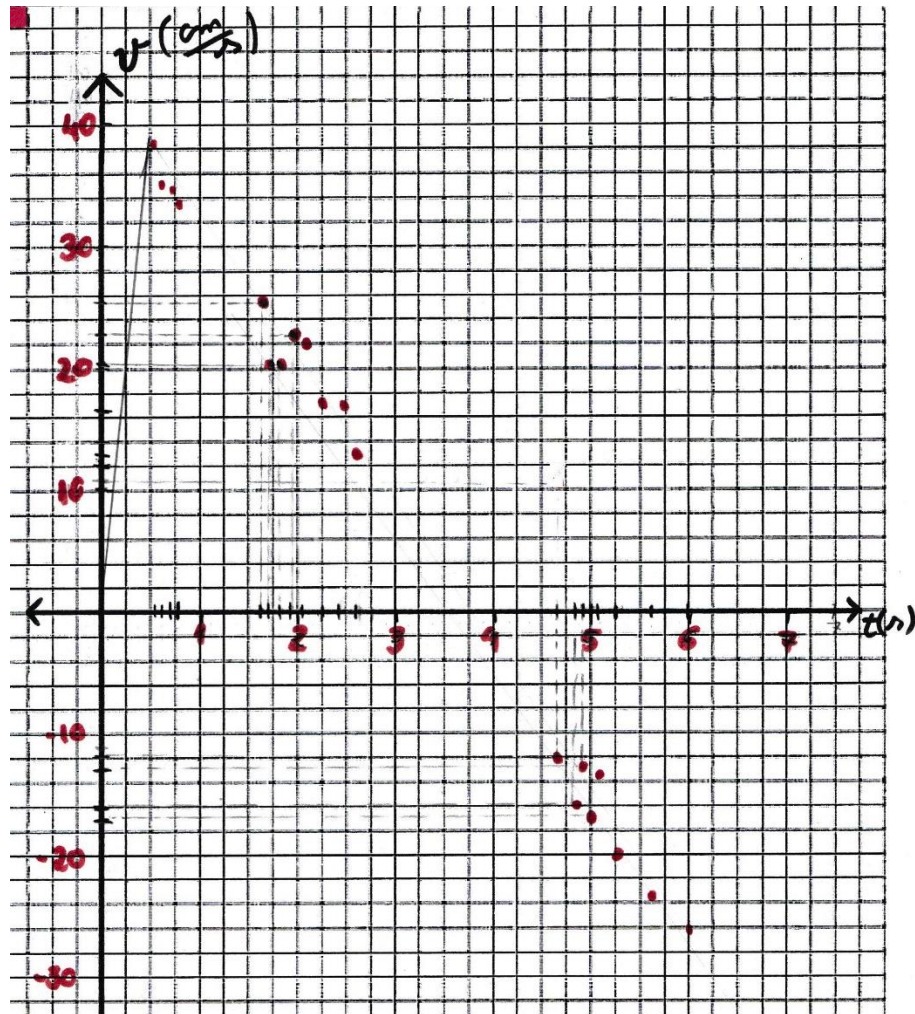
toda construiu um gráfico só, colocando seus 4 pontos, e interpretando os resultados a partir do gráfico final. A escolha de um menor número de pontos fez com que o tempo para isto fosse menor, dando mais tempo para o gráfico e para a interpretação. No final da última aula, com o gráfico pronto, foi pedido para que os alunos fizessem comentários sobre as características do gráfico em forma de tópicos ou texto.

Se todos fizerem seus cálculos corretamente, o gráfico se torna uma reta, com alguns pontos de desvio. Não foi feito trabalho em relação a teoria de erros presente no experimento o que explicaria a pontuação fora da reta, que chamou a atenção dos alunos. Frente a esses questionamentos foi explicado brevemente à que se devia tais valores, e que no final, a média da aceleração seria basicamente a mesma.

A figura 25 mostra o gráfico construído pela turma no final da etapa 3 com 20 pontos. As possibilidades de escolha que os alunos tiveram para os intervalos que teriam de calcular eram 12, o tempo de duração do fenômeno tem 6 segundos que foram divididos em 0,5s. Para uma atividade como esta, quando aplicada em uma turma maior, o professor pode dividir a turma em equipes cada uma pegando um intervalo de 1 segundo e uma equipe deverá se responsabilizar pela construção do gráfico, recebendo os dados e pontuando-os. Da mesma forma para uma turma maior pode ser feito um gráfico maior, para que fique mais visível.

Para que fizessem a análise gráfica o professor permitiu que conversassem entre si, dessa forma não foi necessária uma apresentação ao grande grupo, pois os alunos tiraram suas conclusões juntos. Cada um montou seus comentários individualmente, mesmo conversando entre si. O professor apenas fez monitoramento para que não copiassem uns dos outros. O que tornaria a conclusão da turma a conclusão de apenas um aluno tornando a dinâmica inválida.

Figura 25 - Gráfico construído pelos alunos com o agrupamento dos cálculos que fizeram a respeito do mesmo fenômeno



Fonte: O autor.

Mesmo com as conversas permitidas, as conclusões foram bem diferentes. Alguns colocaram coisas que perguntaram durante a atividade ao professor como por exemplo o motivo de não escolhermos o intervalo de 0 à 0,5 segundos, que contém a impulsão do carrinho. Se fizéssemos o gráfico com esses pontos haveria antes do primeiro ponto, uma reta ascendente que ligaria da origem até esse primeiro ponto, representando a impulsão.

Mesmo sendo poucos alunos as respostas giram em torno das mesmas ideias, sendo assim, utilizamos a atividade dada aos alunos na primeira aula, generalizando para os outros, e então discutiremos sobre as respostas baseadas no gráfico feito na última etapa.

A figura 26 mostra a atividade entregue na primeira aula da UEPS MRUV no colégio particular, onde os alunos deveriam responder as questões dadas a respeito de um problema aberto.

Figura 26 - Atividade realizada pelo aluno D do colégio particular, na primeira aula da UEPS MRUV.

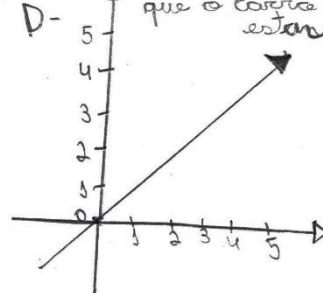
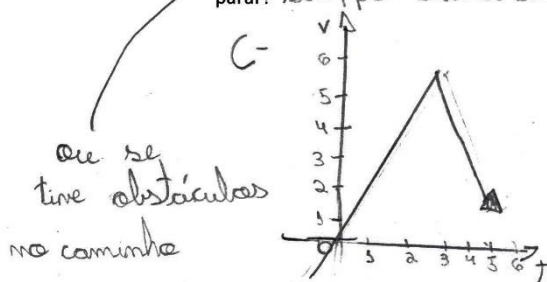
Anexo I – Atividade aos alunos

Problema aberto 1:

Um carro estava iniciando uma descida quando de apaga e o motorista vê um caminhão manobrando no horizonte e sente que não vai conseguir desviar. Se ao chegar no final da decida e começar a frear, estando o caminhão na metade da quadra, o carro consegue ou não parar antes de bater? Considere uma rua cheia de muros onde o único caminho possível a seguir é em frente.

*Utilize o verso da folha para responder, se necessário.

- A) Como estruturamos a resolução de um problema como este? Quais dados precisamos? Precisamos preparar alguma coisa antecipadamente? (Por onde começamos, o que precisamos saber)
- B) Como podemos classificar que tipo de movimento o carro está fazendo no momento em que inicia a frenagem?
- C) Se fizéssemos um gráfico hipotético de como a velocidade do carro altera com o tempo, como ele ficaria? Seria uma reta?
- D) Mas e se fizéssemos um gráfico com seu deslocamento, também seria uma reta?
- E) Há alguma forma de sabermos quanto é necessário de espaço para o carro frear para parar?



Fonte: O autor.

Para a primeira pergunta, “Como estruturamos a resolução de um problema como este? Quais dados precisamos? Precisamos preparar alguma coisa antecipadamente? (Por onde começamos, o que precisamos saber)” percebe-se que o aluno já tem ideia do que seria necessário, pois o aluno respondeu: “seria necessário descobrir o movimento (velocidade) do carro e do caminhão considerando a gravidade”. Outros alunos também responderam pontuando quais aspectos seriam necessários, tais como “distância entre o carro e o caminhão”, “potência do freio”, “tamanho do caminhão” e “aceleração do carro”.

Já a segunda pergunta: “Como podemos classificar que tipo de movimento o carro está fazendo no momento em que inicia a frenagem?”, vemos que a resposta não tem clareza na classificação: “se tiver nenhum problema no freio e nem na direção

o carro só vai desacelerar". Em relação aos outros alunos, as respostas permaneceram parecidas.

As duas perguntas seguintes são relacionadas a gráficos hipotéticos, "*Se fizéssemos um gráfico hipotético de como a velocidade do carro altera com o tempo, como ele ficaria? Seria uma reta?*" e, "*Mas e se fizéssemos um gráfico com seu deslocamento, também seria uma reta?*" onde todos fizeram os mesmos gráficos, pois durante a atividade os que não haviam feito a UEPS prévia onde havíamos conversado sobre a questão gráfica do MRU, os alunos que participaram auxiliaram os outros a construir os seus guiando-os para onde deveriam apontar os dados e a reta.

A última questão objetiva, a letra (E): "*Há alguma forma de sabermos quanto é necessário de espaço para o carro frear para parar?*" mostra a permanência dos conceitos trabalhados na primeira UEPS sobre MRU, pela resposta: "*sim, por causa do deslocamento e a velocidade que o carro estava*". Diferentemente da resposta deste aluno, outros responderam: "*não, pois não temos informações suficientes*" ou simplesmente "*não*" para os alunos que não acompanharam a primeira atividade.

As figuras 27, 28, 29, 30 e 31 são as caracterizações dos alunos a respeito do gráfico construído pela turma. A instrução dada foi a de que eles deveriam discutir em seus tópicos o que significava cada etapa do gráfico de velocidade em função do tempo, em relação ao de deslocamento em função do tempo.

Figura 27 - Resposta feito pelo aluno F do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula

no início, de 0 a 1,25, o movimento é acelerado, pois é a impulsão, depois de 1,25, o movimento
 fica retardado, pois a impulsão perde força.
 No início até a metade, o movimento é progressivo, e depois da metade o movimento fica
 regressivo.
 Isso significa que temos movimento progressivo e acelerado, progressivo e retardado, regressivo
 e retardado.

Fonte: O autor.

Lembrando que os alunos tinham em mãos os gráficos de velocidade em função do tempo e do deslocamento em função do tempo. Os alunos também tinham em mãos as classificações dos movimentos, feitas em grupo na segunda aula da UEPS MRUV, porém apenas os nomes das classificações e uma breve definição dos movimentos.

Figura 28- Resposta feito pelo aluno G do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula

no início do tempo 0 a 1,25 o movimento é progressivo e acelerado
 por causa da força exercida pelo mola graças as equações $F = k \cdot \Delta x$ e
 $F = m \cdot a$ quando para de ser exercida uma força no objeto restando
 apenas as forças de atrito e gravidade (ambas contrárias) ao seu
 movimento então logo de tempo 1,25 a 2,5 o movimento
 é progressivo e retardado. nos segundos de 2,5 a 4,0 pela equação
 $\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ sendo "a" adinda das forças de atrito e gravidade
 então seu deslocamento se torna negativo ou seja ele é
 retrógrado e retardado.

Fonte: O autor

Figura 29 - Resposta feito pelo aluno E do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula

Table o gráfico:

Part-1

O movimento começa acelerado mas depois de um tempo (1,5) ele começa a se tornar retardado pois a força gerada atraz^{ndo} da mola que deu o impulso acabou, então e passa a cair apenas pela gravidade.

Part-2

Quando o movimento é acelerado, ela tem um movimento progressivo e quando vai ficando retardado, ela continua progressiva, e apartir da metade do gráfico (mais ou menos) ela se torna retardada: regressiva, isso é, a velocidade é negativa. ⇒ $v = \text{positiva}$

Fonte: o autor.

Percebe-se a persistência em tentar classificar o gráfico de velocidade em função do tempo, usando o de deslocamento em função do tempo como base, e assim tentando utilizar a simetria da parábola que existe no gráfico de deslocamento em função do tempo para dizer que “de um lado é positivo do outro é negativo”.

Figura 30 - Resposta feito pelo aluno C do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula

É o movimento retardado, pois o total da valor da ~~velocidade~~ velocidade começa diminuir dependendo do tempo (neste gráfico ia partir de 1,0 e 1,5)

Ela no começo é progressiva pois é acelerada e quando começa a ficar retardada, ela fica regressiva, na verdade ela começa a ficar regressiva na outra metade da reta.

Fonte: O autor.

Figura 31 - Resposta feito pelo aluno H do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula

→ Começa a ficar retardado após $v = 0$
→ No início o movimento é acelerado progressivo.
→ No meio é retardado progressivo
→ No final é retardado regressivo.
→ No começo que a gente não fez, o movimento é constante

Fonte: O autor

CAPÍTULO 7 CONCLUSÃO

Neste trabalho, mesmo tendo duas condições diferentes de aplicação cujas realidades são tão destoantes, pôde-se perceber a diferença atitudinal dos alunos nos momentos da experimentação, mesmo que durante a utilização do projetor multimídia no colégio da rede pública, a cooperação dos alunos ao realizar as atividades e o engajamento ativo nas discussões dos resultados obtidos em cada experimentação em ambas as escolas aplicadas.

Em ambas as aplicações houve alunos que não participaram, isto é, alunos que faltaram um dia ou mais e perderam uma aula da aplicação ou a explicação contida na aula anterior. Mesmo com o intuito de deixar as UEPS individuais há um indicador importante mostrando que os alunos que participaram das duas UEPS tiveram mais facilidades em responder e discutir a respeito do fenômeno em questão.

Um ponto positivo a se destacar é a de que por se tratar de um experimento clássico no qual os equipamentos utilizados na gravação não são totalmente desconhecidos pelos envolvidos e que as motivações utilizadas para cada caso nas unidades de ensino são relativas a percepções cotidianas, o produto torna-se de fácil transposição para os alunos. A facilidade em entender do que se trata cada vídeo no blog e de que os equipamentos são genéricos tornam as analogias feitas para os casos de estudo mais acessíveis para os alunos.

Não tomaremos as avaliações feitas de forma formal ou as comparativas como ponto negativo em qualquer aspecto. Visto que esta experiência foi feita frente ao cotidiano do professor, e este depende do local que se insere, temos de deixar claro que as aulas 1 e 4 estão conectadas diretamente como uma avaliação diagnóstica e prognóstica. Logo estão sujeitas a alterações baseadas em sua realidade.

Uma dificuldade a se destacar sobre esta experiência como um todo é a dificuldade em inserir-se em uma turma a qual o professor aplicador da UEPS não é o professor titular. Não apenas como procedimental em relação a regulamentação da escola, mas como conhecimento da turma.

O produto educacional aqui desenvolvido tem um potencial variado em relação a sua utilização no ensino médio, isto é, pode ser feito em sala de aula com a mediação do professor em sua própria metodologia, pode ser feito seguindo a metodologia proposta pelo autor nas unidades de ensino potencialmente

significativas, ou pode ser feito como um trabalho domiciliar com instruções prévias dadas pelo professor a ser cumpridas pelos alunos em ambiente não escolar.

REFERÊNCIAS

- BIELSCHOWSKY, C.E., Tecnologia da informação e comunicação das escolas públicas brasileiras: o programa PROINFO integrado, **Revista e-Curriculum**, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brasil, vol. 5, núm. 1, páginas 1-35, dezembro de 2009.
- BROWN, D.; CHRISTIAN, W., **Simulating What You See**, apresentado na conferência MPTL 16 and HSCI 2011, Ljubljana, Slovenia, 2011.
- BROWN, D. (2010). **Tracker Introduction to Video Modeling** (AAPT 2010). Disponível em: <<http://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=10188&DocID=1749>>.
- CAÑAS, A. J.; CARVAJAL, R.; HILL, G.; CARFF, R. Cmaptools: Software de criação de mapas conceituais. *In*: : INSTITUTE FOR HUMAN AND MACHINE COGNITION (40 S Alcaniz St, Pensacola, FL 32502, Estados Unidos). **Cmaptools**. 6.04. [S. l.], 2004. Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/cmaptools-download/>. Acesso em: 20/03/2021.
- CHRISTIAN, W.; ESQUEMBRE, F.; BARBATO, L. **Open Source Physics**. Science, v. 334, n. 1077–1078, 2011.
- COMPADRE, **Tracker video analysis and modeling tool**, Disponível em: <https://www.compadre.org/portal/items/detail.cfm?ID=7365>. Acesso em: 3 de janeiro de 2019.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- ESCAVADOR, **Marco Antônio Moreira**. Disponível em: <<https://www.escavador.com/sobre/4895261/marco-antonio-moreira>>. Acesso em 28/06/2018
- FLORIDA INSTITUTE FOR HUMAN AND MACHINE COGNITION, **Senior Research emeritus: J.D. Novak**. Disponível em : <<https://www.ihmc.us/groups/jnovak/>>. Acessado em 28/06/2018.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 23. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra , 1988
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Notas estatísticas do censo escolar**, 2017, Brasília – DF, Janeiro de 2018
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.1.
- KONSTANTINVA, E.; ALCANTARA, M.C., **A influência de recursos visuais na assimilação de conhecimentos nas aulas de física**, Revista Multiverso v.1, n.2 (2016): 219-228, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais Campus Juiz de Fora, 2016, p.5
- MOREIRA, M.A.; **A teoria da aprendizagem significativa** – Instituto de Física, UFRGS, Brasil, 2009 (1ª edição), 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre, Brasil.
- MOREIRA, M. A. Unidade de ensino potencialmente significativas--UEPS. **Temas de ensino e formação de professores de ciências**. Natal, RN: EDUFRN, p. 45–57, 2012.
- MOREIRA, M. A. **Al Final, Qué Es Aprendizaje Significativo?**, Revista Qurriculum, v. 25, p. 29–56, 2012. Disponível em: <http://publica.webs.ull.es/upload/REV_QURRICULUM/25 - 2012/02.pdf>. Acessado em: 03/01/2019.
- MORSKI, G. M. B., Física - Mecânica (MRU e MRUV), 2018, Página Inicial. Disponível em: <<https://fisicareta.blogspot.com/>>. Acesso em: 20/03/2021

NOVA ESCOLA, **David Ausubel e a aprendizagem significativa**. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>>. Acessado em 28/06/2018.

ORKIEL, E. (2016) **O uso de tecnologias de informação e comunicação no ensino de movimentos em duas dimensões: lançamento de foguetes**. 202f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física), Departamento de Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

PALUDO, L. **Uma Proposta Para a Introdução Ao Uso De Tecnologias No Ensino De Física Experimental Dirigida a Licenciandos De Física**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2014.

PRAIA, J. F. **Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino**. III International Seminar on Meaningful Learning, p. 121–34, 2000.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S. **O vídeo didático como laboratório visual: um exemplo de física térmica**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. Vitória, ES.

RESEARCHGATE, **Video Analysis and Modeling Performance Task to Promote Becoming Like Scientists in Classrooms**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272751903_Video_Analysis_and_Modeling_Performance_Task_to_Promote_Becoming_Like_Scientists_in_Classrooms> Acessado em: 30/06/2018.

SOUZA, A. J.; **A importância da Física experimental no processo de ensino aprendizagem**; Monografia; Universidade Federal de Uberlândia; 2010.

TRENTIN, Marco Antônio S.; TAROUÇO, Liane M. R., **Proposta de utilização de um laboratório de física na melhora do processo de ensino e aprendizagem, Informática na Educação: Teoria e Prática**, V.5, n.º2, Porto Alengre, 2002

APÊNDICE A: O PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Proposta de unidades de ensino potencialmente significativas para o ensino de MRU
e MRUV utilizando experimentos visuais

Sumário

1 Apresentação	72
2 UEPS - MRU	73
2.1 Objetivo	74
2.2 Filosofia	74
2.3 Marcos teóricos	74
2.4 Princípios.....	74
2.5 Aspectos Sequenciais	74
2.5.1 Primeira aula	74
2.5.2 Segunda aula	75
2.5.3 Terceira aula	77
2.5.4 Quarta aula.....	78
2.6 Aspectos transversais	79
2.7 Mapa conceitual	79
3 UEPS - MRU	81
3.1 Objetivo	81
3.2 Filosofia	81
3.3 Marcos teóricos	81
3.4 Princípios.....	81
3.5 Aspectos Sequenciais	81
3.5.1 Primeira aula	81
3.5.2 Segunda aula	83
3.5.3 Terceira aula	84
3.5.4 Quarta aula.....	85
3.6 Aspectos transversais	86
3.7 Mapa conceitual	86
4 Glossário das UEPS	88
5 Referência das UEPS	89
6 Anexos das UEPS	90
6.1 Anexo A - Definições e exercícios	90
6.2 Anexo B – Instruções de acesso ao Blog	91
6.3 Anexo C – Dados do vídeo MRU - 1	92
6.4 Anexo D – Dados do vídeo MRU - 2	93
6.5 Anexo E – Dados do vídeo MRU - 3	94
6.6 Anexo F – Atividade classificação dos movimentos baseado na representação gráfica	95
6.7 Anexo G – Dados do vídeo MRUV	99

Apresentação

O estudo das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e sua aplicação no ensino nos levam a acreditar que este tipo de recurso pode melhorar a aprendizagem de temas da Física no Ensino Médio. Utilizar esses meios para permitir que escolas tenham o acesso a resultados experimentais envolvendo temas da Física, é o grande desafio desse trabalho

O produto educacional do qual esta UEPS faz parte, consiste em duas sequências didáticas que podem ser utilizadas independentemente e que utilizam um material online (ou não) como atividade prática. O material online encontra-se em um blog, destinado especificamente para este fim, que pode ser encontrado no sítio *fisicareta*⁷.

A proposta desse trabalho se encaixa na classificação feita por Trentin (2002, p.56), a qual descreve Laboratórios virtuais *sem interação*, *com interação total* e, no nosso caso, *com interação parcial*:

com interação parcial: [...] são aqueles que geralmente trazem consigo uma descrição da teoria e/ou de um experimento que será visto. Porém, a parte visual que representa o experimento não oferece ao usuário controle sobre as variáveis do laboratório virtual.

Experimentos Visuais são vídeos ou animações a respeito de determinados fenômenos que apenas demonstrem seus parâmetros. A utilização do *experimento visual* em sala pode acontecer em qualquer momento, seja na motivação: ao utilizar um vídeo para que se inicie uma discussão analisando fatos, na estruturação do conhecimento: como uma videoaula que mostra técnicas relacionadas a certo conteúdo ou nas formas de generalização ou avaliação as quais geralmente são retratadas.

O objetivo de utilizar novas tecnologias no ensino é justamente repensar a prática em sala de aula e tornar o objeto tecnológico em um objeto educacional, dando um novo significado para a utilização do aparelho que se pretende utilizar.

Dentre a vasta gama de aparelhos possíveis de se utilizar em sala de aula, exemplificamos com o computador que é visto majoritariamente como uma ferramenta de entretenimento, e para o aluno pode ser que a utilização desta

⁷ MORSKI, G. M. B., Física - Mecânica (MRU e MRUV), 2018, Página Inicial. Disponível em: <<https://fisicareta.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 de março de 2021

ferramenta em sala de aula seja uma nova experiência. O que em si já é motivador o suficiente para que se quebre a rotina de passividade dos alunos que o sistema tradicional de ensino impõe.

O trabalho atual busca de maneira inovadora utilizar o computador para realizar um experimento através da tela, coletando os dados e observando o fenômeno previamente gravado e analisado pelo Tracker. Vale ressaltar que a sugestão de trabalho não é obrigatória, o que torna os vídeos independentes das UEPS, podendo assim o professor escolher trabalhar da forma que desejar.

UEPS - MRU

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR OS CONCEITOS DE MRU NO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO EXPERIMENTOS VISUAIS

Gustavo Miguel Bittencourt Morski⁸

1. **Objetivo:** Facilitar a aquisição de conceitos sobre movimento retilíneo uniforme ao comparar situações reais e aproximadas utilizando experimentos visuais.
2. **Filosofia:** A forma mais eficaz de se atingir à aprendizagem significativa é através do ensino utilizando materiais potencialmente significativos;

3. **Marcos Teóricos:**

O conhecimento prévio do aluno deve servir de base para que ele possa aprender significativamente. O material deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve estar predisposto a aprender. (AUSUBEL, D. 1968; MOREIRA, 2009;)

A visibilidade da experiência contribui para a experiência informativa, chamando a atenção e tornando o indivíduo ativo no seu próprio aprendizado. (KONSTANTINOVA, 2016)

4. **Princípios:**

- A aprendizagem significativa é dependente do conhecimento prévio existente no aluno;
- O aluno deve estar predisposto a aprender assim como o material deve ser potencialmente significativo para o aluno;
- Situações-problema facilitam a aquisição de conhecimento pelo aluno principalmente se estas estiverem de acordo com sua realidade;

5. **Aspectos Sequenciais**

5.1 – **Primeira aula:**

5.1.1 **Competências e habilidades:**

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.1.2 **Objetivos:**

⁸ Gustavombm11@yahoo.com.br

- Discutir a concepção de ciência e de como ela é feita;
- Compor um mapa mental;

5.1.3 Conteúdo:

- Aprender como a ciência é feita;
- Diferenciar a ciência do senso comum

5.1.4 Metodologia:

Mostrar aos alunos um vídeo, que é um trecho do filme: “*2001: A Space Odyssey – The dawn of men*”, com duração aproximadamente 10 minutos que é a premissa para iniciar e uma breve conversa com os alunos sobre o que é ciência e sobre método científico. O vídeo mostra a briga por espaço perto de um lago entre neandertais, onde um dos grupos é inicialmente afastado do lago e para voltar, precisa aprender a usar ferramentas e então retomar seu território novamente.

Neste contexto solicitado para que os alunos elaborem um mapa mental. Este mapa será utilizado como referência para avaliação desta UEPS. Os mapas mentais dão total liberdade para os alunos mostrarem como entendem ciência e como ela é feita. A palavra chave será: Ciência. Os alunos deverão entregar esta atividade no final da aula.

O trecho desse filme, no Youtube, pode ser acessado em:
<https://www.youtube.com/watch?v=ypEaGQb6dJk&t=369s>

5.1.5 Avaliação:

A avaliação desta aula será feita durante o processo de discussão após o vídeo e estará presente no mapa mental como avaliação diagnóstica.

5.2 Segunda aula:

5.2.1 Competências e habilidades:

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.2.2 Objetivos:

- Conceituar velocidade média;
- Conceituar velocidade escalar média;

5.2.3 Conteúdo:

- Diferenciar velocidade média de escalar.

5.2.4 Metodologia:

O professor inicia a aula com as seguintes perguntas, para discutir com a turma.

- A) O que você entende por movimento?
- B) Como é estudado o Movimento?
- C) Qual a diferença entre o deslocamento entre os mesmos pontos de um carro, uma pessoa, uma caixa grande e um avião?
- D) Em dadas situações, importa o que causa o movimento?
- E) Como estudar movimento se as situações são tão diferentes?

A pergunta (C) não especifica como cada um dos itens se desloca, pode ser questionado por exemplo *‘quem disse que o carro e a pessoa vão pelos mesmos caminhos ou que a pessoa vai andando/correndo?’*

As questões serão feitas aos alunos como grande grupo e serão intermediadas pelo professor com o intuito de estimular os alunos a pensar como estudar um fenômeno. Não há necessidade de chegar a uma resposta final, mas a ideia de que a situação real e a sistematizada de início não precisam ser a mesma, deve transparecer nas falas do professor. E para garantir que seja salientada, se ainda não foi comentado por algum aluno, o professor pode perguntar como era feito o estudo dos planetas e corpos celestes sem a tecnologia atual.

Após a discussão gerada pelas perguntas feitas aos alunos o professor pode iniciar a composição do conceito de velocidade. Pode-se utilizar uma analogia de palmas por segundo. Se necessário, o professor pode utilizar um relógio analógico de movimento não-contínuo, ou seja, um relógio cujo ponteiro dos segundos dê passos constantes.

Outras ideias similares que o professor pode utilizar ao desenvolver essa linha de raciocínio com os alunos é a de um gráfico de estalos por segundo, ou de vazão (normalmente utilizada para caixa d'água com vazamento constante). A construção da equação de estalos por segundo. Essas analogias não precisam ser entregues aos alunos, o professor pode apenas propor a ideia e discutir relacionando sempre com o conceito de taxa por segundo, que pode ser relativo a som, espaço, massa e etc.

Ao final da aula o professor entregara o anexo I, se não houver tempo devido às discussões, pode ser deixar para ser realizado como tarefa domiciliar.

5.2.5 Avaliação

A avaliação será dada baseada nos exercícios de fixação.

5.3 Terceira aula:

5.3.1 Competências e habilidades:

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.3.2 Objetivos:

- Calcular a velocidade média;
- Esboçar um gráfico de velocidade em função do tempo;

5.3.3 Conteúdo:

- Aprender a coletar dados de uma situação experimental

5.3.4 Metodologia:

Os alunos irão para o laboratório de informática, onde, em duplas ou trios, dependendo da quantidade de alunos na sala, acessarão o blog e antes de iniciarem, aguardarão instruções do professor. O professor então pode iniciar a aula com as perguntas:

Sabendo que o estudo do movimento é parte da ciência, e que para melhor estudarmos o movimento de um corpo, partiremos do ideal para o real, sendo assim, qual a situação ideal a se estudar movimento? (se ninguém responder, o professor pode continuar perguntando até que sejam ditas palavras que relacionem os conceitos: *linha reta, sem atrito, conservação de energia, velocidade constante, câmera lenta*).

A partir das respostas obtidas perguntar: “*Alguém pode dar um exemplo de movimento retilíneo uniforme?*” Neste momento os alunos podem citar alguns exemplos que podem se aproximar do ideal, mas não serão exatamente, pois exemplos precisamente sobre MRU são difíceis de se perceber.

O professor deve entregar o Anexo II: que é um roteiro de acesso ao blog para os alunos, pedindo para que anotem o que fazer, ainda antes de acessar o vídeo. O objetivo desta atividade é observar o fenômeno gravado e coletar os dados para construção de um gráfico de deslocamento em função do tempo, sendo (x) o

deslocamento do objeto e (t) o tempo, calculando a velocidade em cada ponto do gráfico.

Tendo calculado a velocidade do objeto ponto a ponto, os alunos terão então um conjunto de valores para a velocidade, tendo agora que calcular a média aritmética da velocidade, obtendo assim a velocidade média do fenômeno gravado no vídeo.

No roteiro de acesso entregue aos alunos, há instruções para que os alunos acessem os vídeos do Blog, que são os experimentos visuais a qual propomos a atividade. Para esta atividade em específico, utilizaremos os vídeos: MRU – 1, MRU – 2, e MRU – 3. Estes três vídeos são gravações do mesmo fenômeno, apenas com velocidades diferentes.

Os dados dos vídeos estão em colunas no Anexo III, IV e V caso o professor deseje realizar alguma atividade diferente.

Em todos os vídeos, no momento intitulado “gráfico”, percebe-se que em seus últimos pontos há um pequeno declive. Isto se deve ao fato da resistência do ar e do atrito entre o corpo e o trilho. Deve ser avisado aos alunos que por mais preciso que este experimento seja, ainda é suscetível a imprecisões tais como esta.

5.3.5 Avaliação:

A avaliação será feita a partir da entrega do esboço do gráfico proposto em conjunto com os cálculos feitos.

5.4 Quarta aula:

5.4.1 Competências e habilidades:

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.4.2 Objetivos:

- Compor um mapa mental;

5.4.3 Conteúdo:

- Aprender a comparar resultados experimentais;
- Aprender a trabalhar em grupo;

5.4.4 Metodologia:

O professor pode então encerrar a sequência de atividades com a seguinte proposta: os alunos se reunirão em grupos para comparar os resultados experimentais obtidos e discuti-los, enquanto devem fazer um novo mapa mental com a mesma palavra chave utilizada anteriormente e entregar ao professor como forma avaliativa da UEPS. Desta forma o professor pode compará-los a fim de perceber indícios de aprendizagem significativa.

5.4.5 Avaliação

A avaliação da UEPS se encontra na avaliação desta aula, sendo esta dada pela comparação dos mapas mentais com suas primeiras versões, entregues pelos alunos na primeira aula.

6. Aspectos transversais:

6.1 O professor pode organizar qualquer uma das etapas como desejar, o papel do presente documento é de sugerir um método de trabalho fundamentado e validado pelo autor.

6.1.1 A organização da atividade experimental pode variar conforme a quantidade de aparelhos de acesso disponíveis no ambiente em que se encontra a realização da atividade. Portanto salienta-se aqui a possibilidade de tornar a 3ª etapa como tarefa domiciliar, dando um roteiro de trabalho aos alunos.

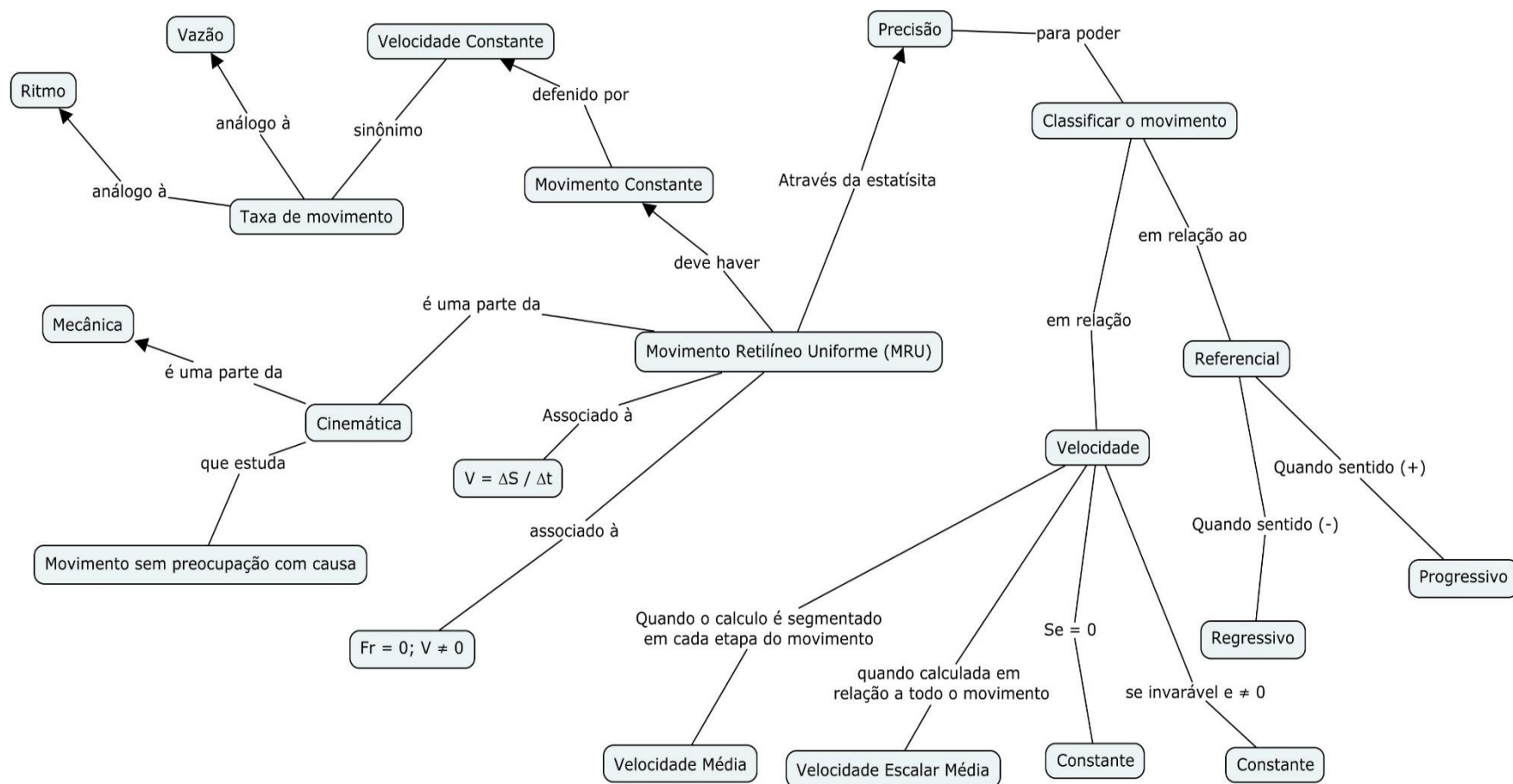
6.2 Ainda assim é de fundamental importância que o professor discuta os dados e a discrepância entre os grupos de estudo em sala com os alunos. Este tipo de atividade não deve ser tratada de maneira leviana.

6.3 A forma da avaliação da UEPS pode variar conforme a necessidade escolar, como a 1ª aula está diretamente ligada à 4ª aula, se uma for modificada a outra também deve ser para manter a concordância.

7 Mapa conceitual da UEPS

A figura 32 mostra o mapa conceitual feito pelo autor a respeito do tema da UEPS proposta. A função deste mapa conceitual é apresentar o leitor da UEPS como a estruturação do tema proposto nas aulas foi pensado pelo autor. Isto pode auxiliar o leitor na coordenação das discussões propostas nas aulas.

Figura 32- Resposta feito pelo aluno G do colégio particular, a respeito da atividade proposta na última aula



Fonte: O autor.

UEPS - MRUV

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR OS CONCEITOS DE MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO NO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO EXPERIMENTOS VISUAIS

Gustavo Miguel Bittencourt Morski¹

1. **Objetivo:** Facilitar a aquisição de conceitos sobre movimento retilíneo uniformemente variado ao comparar situações reais e aproximadas utilizando experimentos visuais.
2. **Filosofia:** A forma mais eficaz de se atingir à aprendizagem significativa é através do ensino utilizando materiais potencialmente significativos;
3. **Marcos Teóricos:**

O conhecimento prévio do aluno deve servir de base para que ele possa aprender significativamente. O material deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve estar predisposto a aprender. (AUSUBEL, D. 1968; MOREIRA, 2009;)

A visibilidade da experiência contribui para a experiência informativa, chamando a atenção e tornando o indivíduo ativo no seu próprio aprendizado. (KONSTANTINOVA, 2016)

4. **Princípios:**

- A aprendizagem significativa é dependente do conhecimento prévio existente no aluno;
- O aluno deve estar predisposto a aprender assim como o material deve ser potencialmente significativo para o aluno;
- Situações-problema facilitam a aquisição de conhecimento pelo aluno principalmente se estas estiverem de acordo com sua realidade;

5. **Aspectos sequenciais:**

5.1– Primeira aula:

5.1.1 Competências e habilidades:

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.1.2 Objetivos:

- Conceituar aceleração média;

5.1.3 Conteúdo:

- Aprender a trabalhar em equipe;

5.1.4 Metodologia:

O professor iniciará a aula com a seguinte pergunta ao grande grupo:

“Há 3 pedais em um carro, a Embreagem, o Acelerador e o Freio. Quais as respectivas funções?”

Ideias chave que devem aparecer:

Embreagem: cortar a comunicação entre o motor e as rodas;

Freio: é o pedal que faz o veículo parar;

Acelerador: pedal relacionado à força do motor e potência de saída;

O professor pode continuar com a seguinte linha de raciocínio:

Percebemos que os pedais do freio e do acelerador influenciam diretamente na velocidade do carro, enquanto a embreagem desliga a comunicação entre o motor e as rodas, para que se possa trocar a saída de potência do motor, quanto mais baixa a marcha, menos potência.

Existe alguma outra forma de aumentar a velocidade do carro sem pisar no acelerador? Da mesma forma, existe alguma outra maneira de parar um carro sem pisar no freio?

As ações de acelerar e desacelerar não são exclusivas de pedais, mas sim de situações em que corpos com certa velocidade inicial alterem sua velocidade, seja para um valor maior ou menor.

Em

seguida o professor pode propor um problema aberto a ser trabalhado:

Problema aberto 1: Um carro estava iniciando uma descida quando de apaga e o motorista vê um caminhão manobrando no horizonte e sente que não vai conseguir desviar. Se ao chegar no final da decida e começar a frear, estando o caminhão na metade da quadra, o carro consegue ou não parar antes de bater? Considere uma rua cheia de muros onde o único caminho possível a seguir é em frente.

- Como estruturamos a resolução de um problema como este? Quais dados precisamos? Precisamos preparar alguma coisa antecipadamente? Por onde começamos e o que precisamos saber?*
- Como podemos classificar que tipo de movimento o carro está fazendo no momento em que inicia a frenagem?*

- C) Se fizéssemos um gráfico hipotético de como a velocidade do carro altera com o tempo, como ele ficaria? Seria uma reta?
- D) Mas se fizéssemos um gráfico com seu deslocamento, também seria uma reta?
- E) Há alguma forma de sabermos quanto é necessário de espaço para o carro frear até parar?

5.1.5 Avaliação:

A avaliação desta será na entrega da atividade preenchida corretamente.

5.2 Segunda Aula:

5.2.1 Competências e habilidades:

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.2.2 Objetivos:

- Diferenciar o movimento acelerado de um corpo segundo seu referencial;
- Interpretar informações presentes em representação gráfica;

5.2.3 Conteúdo:

- Aprender a interpretar gráficos;
- Aprender a trabalhar em grupos;

5.2.4 Metodologia:

O seguinte problema deve ser feito em grupo com a coordenação do professor, para promover a diversidade de ideias e para que seja feito em apenas uma aula, ou decorrerá muito mais tempo.

Problema aberto 2: Se considerarmos que podemos nos locomover apenas para frente e para trás, temos então 6 tipos de movimentos possíveis. Para ficar mais fácil imaginemos que podemos usar uma máquina/motor que tem apenas acelerador e freio. Podemos então: andar para frente, andar para trás, acelerar para frente, acelerar para trás, desacelerar para frente, desacelerar para trás.

É relativamente simples entender quando as possibilidades estão descritas e à mostra, mas será que conseguimos traduzir estas informações para um contexto mais matemático?

O professor pode montar os esquemas, ilustrando geométrica e matematicamente cada uma das 6 situações no quadro. Isto é, utilizando eixos cartesianos, gráficos, dentre outros artifícios matemáticos para demonstrar como seria possível estruturar estas situações.

Em seguida o professor entregará o Anexo VI para que os alunos o tenham corretamente.

5.2.5 Avaliação:

A avaliação nesta aula se dará através da participação da atividade relativa ao problema aberto.

5.3 Terceira aula:

5.3.1 Competências e habilidades:

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.3.2 Objetivos:

- Esboçar um gráfico de velocidade em função do tempo;

5.3.3 Conteúdo:

- Aprender a construir uma representação gráfica;
- Aprender a trabalhar em grupo;

5.3.4 Metodologia:

Os alunos irão para o laboratório onde o professor pode organizar os grupos e os alunos farão a seguinte atividade proposta:

Acessarão o vídeo seguindo o roteiro de acesso, Anexo II deste documento, onde construirão o gráfico de velocidade em função do tempo. O professor deve deixar claro que deve aparecer 3 pontos: o ponto inicial, ponto de máxima e o último ponto do gráfico.

Para que fique mais claro para os alunos, o professor pode exemplificar como devem ser feitos os cálculos utilizando os pontos citados acima. Os cálculos referentes a estes pontos estão resolvidos abaixo.

Todos os cálculos feitos a partir da equação de velocidade média:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{(S_{final} - S_{Inicial})}{(t_{final} - t_{Inicial})}$$

Para o ponto inicial:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_{final} - x_{inicial})}{(t_{final} - t_{inicial})} = \frac{(79,63 - 79,62)}{(3,67 - 3,6)} = -0,14 \text{ cm/s}$$

Para o ponto de máxima do gráfico presente no vídeo:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_{final} - x_{inicial})}{(t_{final} - t_{inicial})} = \frac{(8,295 - 8,244)}{(0,067 - 0)} = 0,76 \text{ cm/s}$$

Para o ponto final do gráfico:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_{final} - x_{inicial})}{(t_{final} - t_{inicial})} = \frac{(11,39 - 13,87)}{(7 - 6,94)} = -\frac{41,3 \text{ cm}}{s}$$

Lembrando que o movimento se dá na ordem dos dados, de cima para baixo, logo a posição final e conseqüentemente o tempo final estarão sempre na célula abaixo dos respectivos iniciais.

5.3.5 Avaliação:

A avaliação desta aula se dará na entrega do gráfico proposto na atividade experimental.

5.4 – Quarta aula:

5.4.1 Competências e habilidades:

- Analisar cientificamente uma situação;
- Identificar grandezas Físicas presentes em dada situação;
- Prever a influência da alteração de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;

5.4.2 Objetivos:

- Diferenciar movimento progressivo e retrógrado;
- Diferenciar movimento progressivo acelerado e progressivo retardado;
- Diferenciar movimento retrógrado acelerado e retrógrado retardado;

5.4.3 Conteúdo:

- Aprender a interpretar representações gráficas;
- Aprender a classificar um movimento baseado em seu referencial;

5.4.4 Metodologia:

Os alunos devem estar com o gráfico pronto para que, nesta aula possam classificar o movimento estudado no experimento visual com base no que foi estudado na segunda aula. Classificando o movimento do vídeo baseado no gráfico que fizeram.

O professor deve pedir para que façam essa análise e registrem suas conclusões e entreguem para que seja anexado como avaliação.

Se necessário o professor pode permitir que acessem o vídeo novamente para que possam comparar os gráficos.

5.4.5 Avaliação:

A avaliação desta aula se dará na atividade entregue e a avaliação desta UEPS se dará na comparação das classificações feitas das atividades presentes na primeira e na quarta aula.

6. Aspectos transversais:

6.1. O professor pode organizar qualquer uma das etapas como desejar, o papel do presente documento é de sugerir um método de trabalho fundamentado e validado pelo autor.

6.2. A organização da atividade experimental pode variar conforme a quantidade de aparelhos de acesso disponíveis no ambiente em que se encontra a realização da atividade. Portanto salienta-se aqui a possibilidade de tornar a 3ª etapa como tarefa domiciliar, dando um roteiro de trabalho aos alunos.

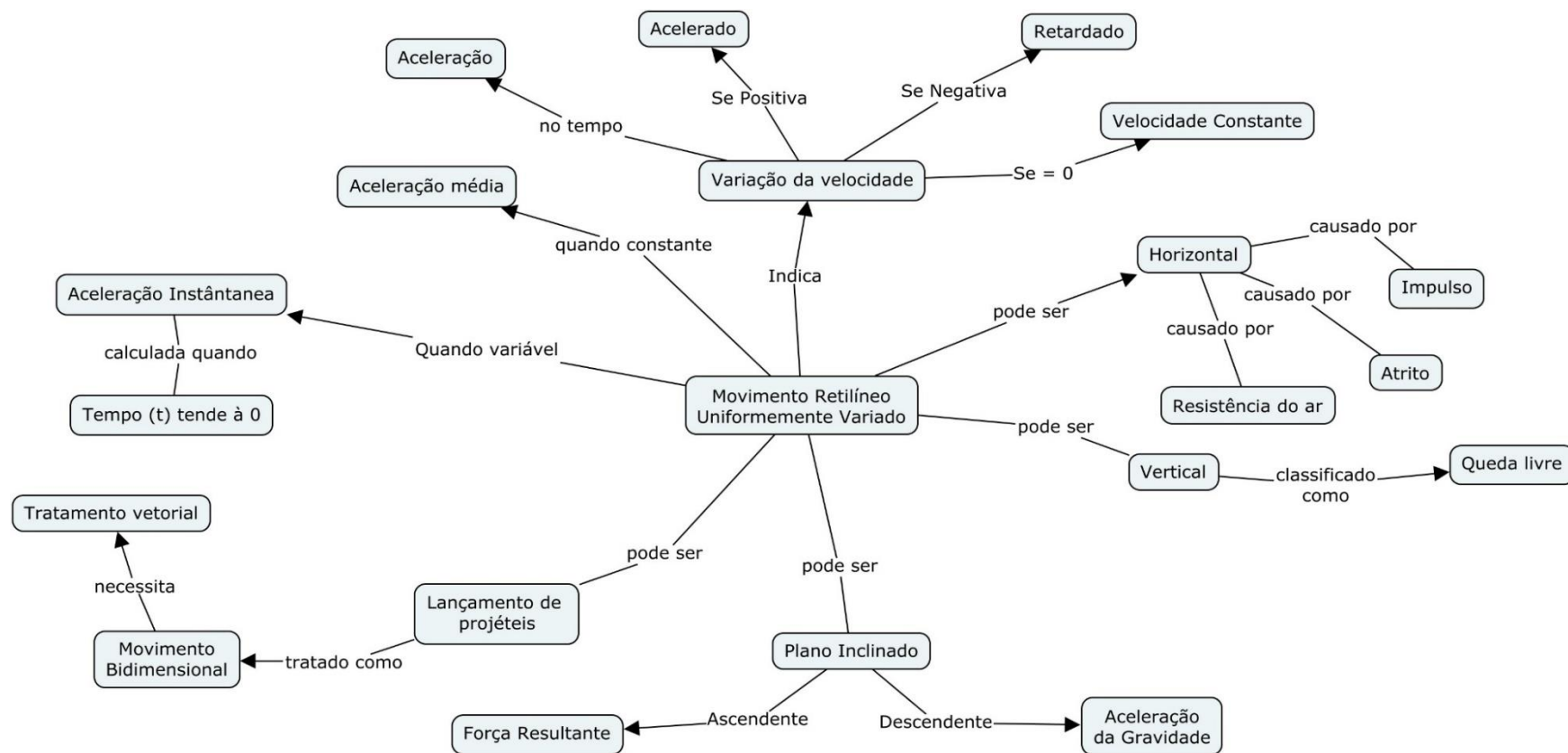
6.2.1. Ainda assim é de fundamental importância que o professor discuta os dados e a discrepância entre os grupos de estudo em sala com os alunos. Este tipo de atividade não deve ser tratada de maneira leviana.

6.3. A forma da avaliação da UEPS pode variar conforme a necessidade escolar, como a 1ª aula está diretamente ligada à 4ª aula, se uma for modificada a outra também deve ser para manter a concordância.

7. Mapa conceitual da UEPS - MRUV:

A figura 33 mostra um mapa conceitual feito pelo autor a respeito do tema da UEPS proposta - MRUV. A função deste mapa conceitual é apresentar o leitor da UEPS como a estruturação do tema proposto nas aulas foi pensado pelo autor. Isto pode auxiliar o leitor na coordenação das discussões propostas nas aulas.

Figura 33- Mapa conceitual feito pelo autor das UEPS, cujo tema central é: Movimento retilíneo uniformemente variado



Fonte: O autor

Glossário das UEPS

- a. *Aprendizagem Singificativa*: Aquisição de conhecimentos de forma mais duradoura e sistematizada. Antônimo de Aprendizagem Mecânica. Depende de conhecimentos prévios no aprendiz. Capacidade de explicar e exemplificar situações com clareza. Acontece de forma não-aleatória e não-direta.
- b. *Aprendizagem Mecânica*: Aquisição de informações de maneira memorizada. Incapaz de articular e generalizar suficientemente a informação. Decorar.
- c. *Mapa mental*: Estrutura Mental organizada de forma que se possa relacionar palavras, ideias, conceitos de forma não oficial. Isto é, uma forma mais simples de mostrar como alguém pensa sobre um certo tema e quais as articulações já existentes para autor do mapa.
- d. *Referencial*: O espaço onde se situa o fenômeno em estudo. Indica as direções. Escolhe-se um ponto como origem e a partir dali o movimento é classificado e organizado de acordo. Normalmente, utiliza-se o plano cartesiano.
- e. *Avaliação diagnóstica*: Avaliação feita para perceber o conhecimento inicial do aluno. Não deve ser somativa. Utilizada como base comparativa para avaliação regular.
- f. *Aceleração Média*: Variação da velocidade no tempo. Calculada a partir da razão entre a diferença de velocidade e o tempo que durou a mudança no valor da velocidade.

Referência das UEPS

2001: A SPACE Odyssey – The dawn of men, Produção de: Stanley Kubrick, Companhia de produção: Metro-Goldwyn-Mayer (MGM), 1968, 1 videocassete, 149 min., NTSC, color., Son.

BROWN, D., CHRISTIAN, W., **Simulating What You See**, apresentado na conferência MPTL 16 and HSCI 2011, Ljubljana, Slovenia, 2011.

CHRISTIAN, W.; ESQUEMBRE, F.; BARBATO, L. **Open Source Physics**. Science, v. 334, n. 1c, p. 1077–1078, 2011.

COLÉGIO WEB, Classificação dos movimentos, Disponível em: <<https://www.colegioweb.com.br/fundamentos-da-cinematica-escalar/classificacao-dos-movimentos.html>>. Acesso em: 5 de janeiro de 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FLORIDA institute for human and machine cognition, **Senior Research emeritus: J.D. Novak**. Disponível em : <<https://www.ihmc.us/groups/jnovak/>>. Acessado em 28/06/2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.1.

KONSTANTINVA, E., ALCANTARA, M.C., **A influência de recursos visuais na assimilação de conhecimentos nas aulas de física**, Revista Multiverso v.1, n.2 (2016): 219-228, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais Campus Juiz de Fora, 2016.

MOREIRA, M.A.; **A teoria da aprendizagem significativa** – Instituto de Física, UFRGS, Brasil, 2009 (1ª edição), 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre, Brasil.

MOREIRA, M. A. Unidade de ensino potencialmente significativas--UEPS. **Temas de ensino e formação de professores de ciências**. Natal, RN: EDUFRN, p. 45–57, 2012.

MOREIRA, M. A. **Al Final, Qué Es Aprendizaje Significativo?**, Revista Currículum, v. 25, p. 29–56, 2012. Disponível em: <http://publica.webs.ull.es/upload/REV_QURRICULUM/25_2012/02.pdf>. Acessado em: 3 de janeiro de 2019.

PRAIA, J. F. **Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino**. In: III International Seminar on Meaningful Learning, p. 121–34, 2000.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S. **O vídeo didático como laboratório visual: um exemplo de física térmica**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. Vitória, ES.

Anexos das UEPS:

Anexo A - Definições e exercícios

Velocidade Escalar e Velocidade Escalar Média

Uma forma compacta de descrever a posição de um objeto é desenhar seu gráfico da posição em função do tempo, $x(t)$. Frequentemente os problemas de física trazem gráficos ou esquemas contextualizados de problemas, tais como as figuras 34 e 35:

Figura 34 - Exemplo de gráfico comumente encontrado em exercícios propostos

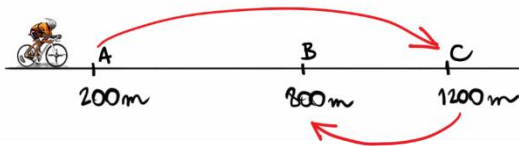


Figura 35 - Exemplo de gráfico comumente encontrado em exercícios propostos



Fonte: Contornos educação e pesquisa⁹

Velocidade escalar: É a velocidade calculada em trechos de um movimento. Na imagem 1, podemos calcular tanto o movimento de A até C, quanto de C até B. Há um sentido, há uma posição inicial e uma final, obrigatoriamente.

Velocidade escalar média: É calculada a partir do movimento todo, ignorando as paradas que o objeto pode ter feito. Na imagem 1, utilizamos para calcular o movimento de A até B. Para isso utilizamos todo o tempo em movimento, isso inclui o tempo que o ciclista levou para ir de A até C e voltar para B. Neste cálculo só nos importa o deslocamento total.

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{(S_f - S_i)}{(t_f - t_i)} = \frac{\text{Metros}}{\text{Segundos}} = \frac{m}{s}$$

A equação é basicamente a mesma, exceto pelo fato que a **velocidade escalar média** utiliza o movimento todo e não de parte em parte.

Exercícios para treinar:

1 – (PUC-MG) Um homem, caminhando na praia, deseja calcular sua velocidade. Para isso, ele conta o número de passadas que dá em um minuto, contando uma unidade a cada vez que o pé direito toca o solo, e conclui que são 50 passadas por minuto. A seguir, ele mede a distância entre duas posições sucessivas do seu pé direito e encontra o equivalente a seis pés. Sabendo que três pés correspondem a um metro, sua velocidade, suposta constante, é:

- a) 3 km/h b) 4,5 km/h c) 6 km/h d) 9 km/h e) 10 km/h

2 - (UFPE) Um atleta caminha com uma velocidade de 150 passos por minuto. Se ele percorrer 7,20 km em uma hora, com passos de mesmo tamanho, qual o comprimento de cada passo?

- a) 40,0 cm b) 60,0 cm c) 80,0 cm d) 100 cm e) 120 cm




3 – Uma família planejou fazer uma viagem de 300km em 4 horas. Porém na ida, tiveram que fazer uma parada de 1 hora para abastecer e almoçar. Na volta, um dos pneus do carro furo, tiveram de esperar o carro da rodoviária o que atrasou 2 horas. Calcule:

- A) A velocidade média que teriam se não houvesse nenhuma parada na viagem.
 B) A velocidade média na ida.
 C) A velocidade média na volta.
 D) A velocidade escalar média de ida e volta.

⁹ Disponível em: <https://www.fisicainterativa.com/velocidade-escalar-media/>.

Anexo B - Instruções de acesso ao blog

Instruções de acesso aos vídeos do blog.

1. Vá até o *navegador* e na *barra de pesquisa* digite: *fisicareta.blogspot*
 - a. O endereço que deve ser acessado é: <https://fisicareta.blogspot.com.br/>
2. Nas postagens do blog aparecerão as aulas e você pode rolar a página para baixo até encontrar os vídeos MRU – Lento; MRU – Médio; MRU – Rápido. Clique no vídeo que deseja abrir.
3. No quadro do vídeo há um ícone parecido com este: 
 - a. Clique no ícone, ele fará com que o tamanho do vídeo fique maior;
4. No canto inferior esquerdo você verá os ícones de play/pause se o vídeo já iniciou, pause-o e aguarde instruções do professor.
(Play :  ; Pause: )
5. Acima destes ícones há uma barra vermelha/cinza que é a duração do vídeo, em algum ponto desta barra há um ponto branco, clique e arraste esse ponto para avançar/retroceder o vídeo para o momento que você desejar, se a aula ainda não iniciou, arraste-o para o canto esquerdo (início).
6. No canto inferior direito há a imagem de uma pequena engrenagem, neste botão há configurações de reprodução do vídeo, para alterar a velocidade com que o vídeo é reproduzido, clique na engrenagem, clique em velocidade e escolha a a velocidade desejada

Anexo C: Dados dos vídeos		2,269	31,63	4,938	66,13
MRU - 1		2,336	32,40	5,005	66,59
MRU – 1: Sendo (t) em segundos e (x) em centímetros		2,402	33,40	5,072	67,31
		2,469	34,43	5,138	68,16
		2,536	35,23	5,205	68,90
t	x	2,603	36,25	5,272	69,62
		2,669	37,16	5,339	70,07
0,000	0,171	2,736	38,05	5,405	70,79
0,133	0,399	2,803	39,02	5,472	71,42
0,200	1,083	2,870	39,91	5,539	72,08
0,267	2,114	2,936	40,91	5,606	72,59
0,334	3,198	3,003	41,79	5,672	73,11
0,400	4,170	3,070	42,82	5,739	74,10
0,467	5,197	3,136	43,74	5,806	74,50
0,534	6,285	3,203	44,56	5,873	75,10
0,601	7,369	3,270	45,54	5,939	75,84
0,667	8,342	3,337	46,65	6,006	76,42
0,734	9,427	3,403	47,37	6,073	76,87
0,801	10,46	3,470	48,31	6,139	77,62
0,868	11,37	3,537	49,25	6,206	77,99
0,934	12,17	3,604	50,05	6,273	78,65
1,001	13,46	3,670	50,99	6,340	79,19
1,068	14,46	3,737	51,85	6,406	79,76
1,134	15,40	3,804	52,79	6,473	80,42
1,201	16,40	3,871	53,56	6,540	80,96
1,268	17,34	3,937	54,48	6,607	81,64
1,335	18,31	4,004	55,36	6,673	82,21
1,401	19,28	4,071	56,16	6,740	82,67
1,468	20,23	4,137	56,94	6,807	83,21
1,535	21,03	4,204	57,76	6,874	83,70
1,602	22,08	4,271	58,56	6,940	84,44
1,668	23,00	4,338	59,42	7,007	84,90
1,735	23,97	4,404	60,11	7,074	85,36
1,802	24,91	4,471	60,93	7,140	86,04
1,869	25,80	4,538	61,65	7,207	86,6
1,935	26,74	4,605	62,39		
2,002	27,83	4,671	63,16		
2,069	28,68	4,738	63,85		
2,135	29,68	4,805	64,62		
2,202	30,66	4,872	65,36		

Anexo D: Dados do vídeo MRU - 2
MRU – 2: Sendo (t) em segundos e (x) em centímetros

t	x		
		2,069	55,12
		2,135	56,64
		2,202	58,16
		2,269	59,59
		2,336	61,07
		2,402	62,54
		2,469	64,02
		2,536	65,40
		2,603	66,70
		2,669	68,22
		2,736	69,60
		2,803	71,12
		2,870	72,42
		2,936	73,89
		3,003	75,18
		3,070	76,57
		3,136	77,81
		3,203	79,29
		3,270	80,53
		3,337	81,96
		3,403	83,30
		3,470	84,46
		3,537	85,79
		3,604	87,13
		3,670	88,38
		3,737	89,67
		3,804	90,91
		3,871	92,16
		3,937	93,40
		4,004	94,70
		4,071	95,99
		4,137	97,14
		4,204	98,20
		4,271	99,49
0,000	8,807		
0,067	9,730		
0,133	11,39		
0,200	12,96		
0,267	14,30		
0,334	15,91		
0,400	17,29		
0,467	18,91		
0,534	20,43		
0,601	21,91		
0,667	23,48		
0,734	24,86		
0,801	26,38		
0,868	27,95		
0,934	29,47		
1,001	30,95		
1,068	32,47		
1,134	33,90		
1,201	35,42		
1,268	36,94		
1,335	38,47		
1,401	39,94		
1,468	41,42		
1,535	42,94		
1,602	44,37		
1,668	46,03		
1,735	47,51		
1,802	49,08		
1,869	50,55		
1,935	51,98		
2,002	53,50		

Anexo E: Dados do vídeo MRU - 3**MRU – 3:** Sendo (t) em segundos e (x) em centímetros

t	x
0,067	3,121
0,133	6,615
0,200	10,49
0,267	13,98
0,334	17,72
0,400	21,50
0,467	25,23
0,534	28,87
0,601	32,65
0,667	36,38
0,734	40,21
0,801	43,99
0,868	47,77
0,934	51,55
1,001	55,47
1,068	59,34
1,134	62,98
1,201	66,71
1,268	70,45
1,335	74,18
1,401	77,86
1,468	81,50
1,535	85,19
1,602	88,68
1,668	92,31
1,735	95,81
1,802	99,44
1,869	102,9
1,935	106,3

Anexo F – Atividade representações gráficas - UEPS - MRUV

Esta atividade foi entregue aos alunos para classificar os movimentos baseado em suas representações gráficas, utilizado na segunda aula da UEPS - MRUV.

Quando o corpo tem movimento constante:

Figura 36 - Exemplo de representação gráfica de movimento constante para velocidade positiva



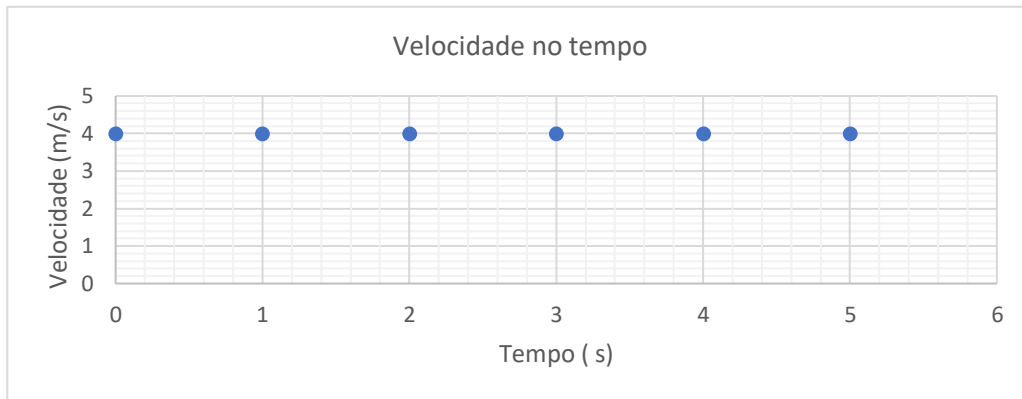
Fonte: O autor.

Figura 37- Exemplo de representação gráfica de movimento constante para velocidade negativa



Fonte: O autor.

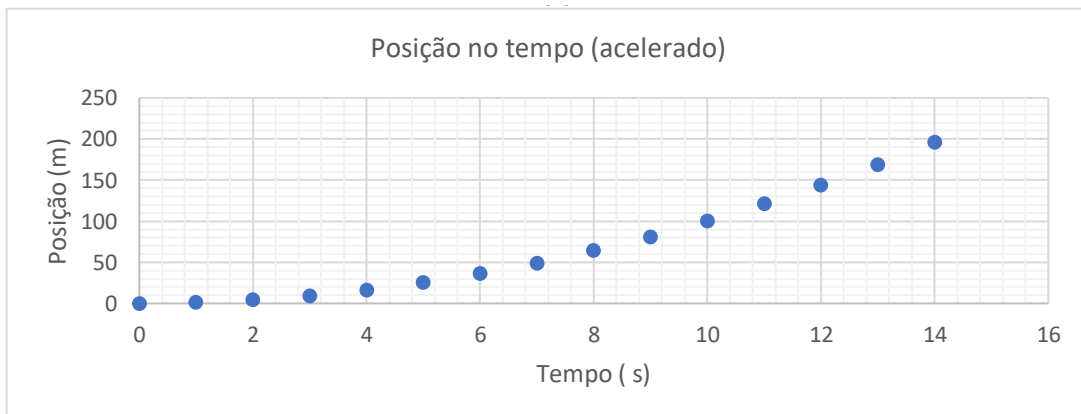
Figura 38- Exemplo de representação gráfica de movimento constante para velocidade nula



Fonte: O autor.

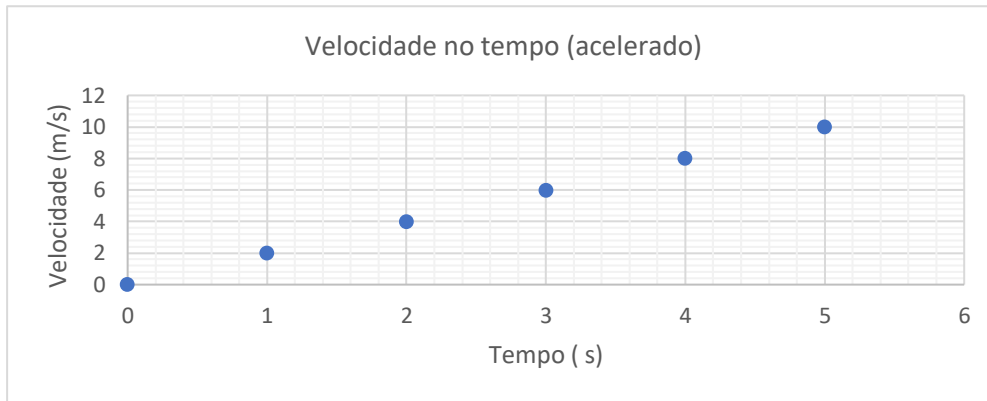
Quando o corpo tem movimento acelerado:

Figura 39 - Exemplo de representação gráfica de movimento acelerado com velocidade



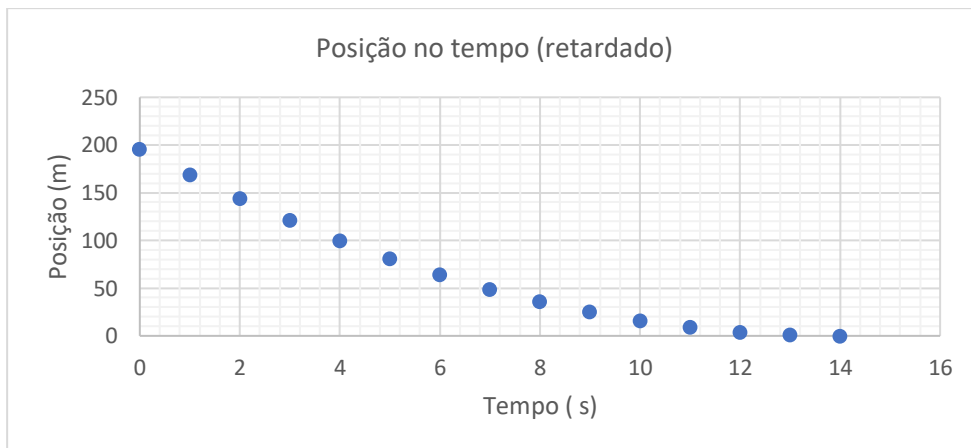
Fonte: O autor.

Figura 40 - Exemplo de representação gráfica de movimento acelerado com velocidade



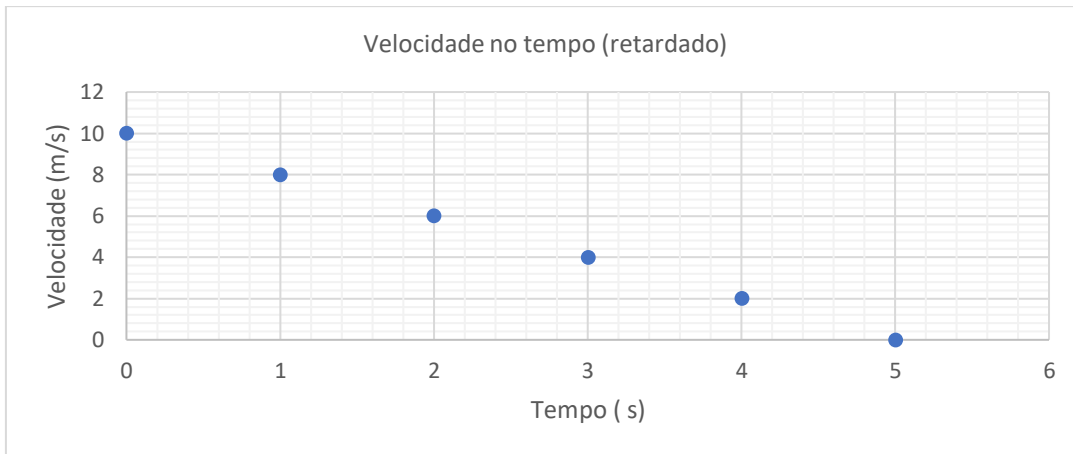
Fonte: O autor.

Figura 41- Exemplo de representação gráfica de movimento retardado com velocidade positiva (a)



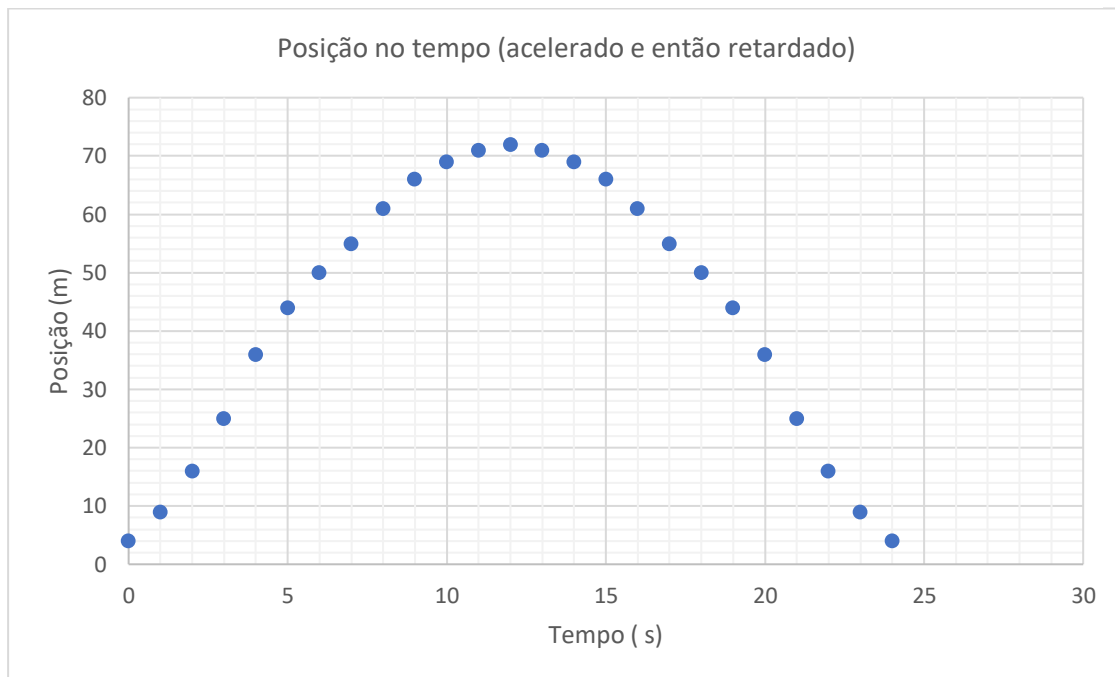
Fonte: O autor.

Figura 42- Exemplo de representação gráfica de movimento retardado com velocidade positiva (b)



Fonte: O autor

Figura 43 - Exemplo de representação gráfica de movimento acelerado e retardado com velocidade variante



Fonte: O autor.

Anexo G: Dados do vídeo MRUV**Dados do vídeo MRUV:**

Sendo (t) em segundos e (x) em centímetro

t	x	2,002	62,78	4,071	78,39	6,139	40,68
0,000	8,244	2,069	64,25	4,137	78,05	6,206	38,67
0,067	8,295	2,135	65,68	4,204	77,61	6,273	36,63
0,133	8,371	2,202	66,86	4,271	77,12	6,340	34,50
0,200	8,467	2,269	67,94	4,338	76,62	6,406	32,34
0,267	9,649	2,336	69,09	4,404	76,15	6,473	30,06
0,334	12,05	2,402	70,18	4,471	75,14	6,540	27,86
0,400	14,61	2,469	71,34	4,538	74,64	6,607	25,44
0,467	17,01	2,536	72,12	4,605	74,03	6,673	23,48
0,534	19,55	2,603	72,96	4,671	72,94	6,740	20,92
0,601	22,06	2,669	73,78	4,738	71,97	6,807	18,82
0,667	24,41	2,736	74,62	4,805	70,88	6,874	16,46
0,734	26,79	2,803	75,32	4,872	70,02	6,940	13,87
0,801	29,10	2,870	75,95	4,938	69,11	7,007	11,39
0,868	31,39	2,936	76,56	5,005	67,97		
0,934	33,56	3,003	77,25	5,072	66,78		
1,001	35,66	3,070	77,73	5,138	65,71		
1,068	37,78	3,136	78,17	5,205	64,28		
1,134	39,91	3,203	78,41	5,272	62,91		
1,201	42,01	3,270	78,78	5,339	61,52		
1,268	43,99	3,337	79,08	5,405	60,22		
1,335	46,02	3,403	79,31	5,472	58,60		
1,401	47,92	3,470	79,27	5,539	57,02		
1,468	49,83	3,537	79,54	5,606	55,47		
1,535	51,64	3,604	79,63	5,672	53,76		
1,602	53,40	3,670	79,62	5,739	52,12		
1,668	54,96	3,737	79,56	5,806	50,31		
1,735	56,85	3,804	79,48	5,873	48,46		
1,802	58,41	3,871	79,42	5,939	46,51		
1,869	59,78	3,937	79,04	6,006	44,74		
1,935	61,33	4,004	78,74	6,073	42,74		