

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO MATERIAL POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVO UTILIZANDO *SCRIPTS* DO SOFTWARE *RSTUDIO* PARA O
ENSINO DE CINEMÁTICA

Hélison Matos da Cunha

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares

Rio Branco - AC
Março de 2018

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO MATERIAL POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVO UTILIZANDO SCRIPTS DO SOFTWARE RSTUDIO
PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA**

Hélison Matos da Cunha

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Rio Branco - AC
Março de 2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

HÉLISON MATOS DA CUNHA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO UTILIZANDO SCRIPTS DO SOFTWARE RSTUDIO PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em(AUSUBEL, 2003a)

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares
(Presidente)

Prof. Dr. Maria de Fátima da Silva Verdeaux
(Membro externo – UnB)

Prof. Dr. Antônio Romero da Costa Pinheiro
(Membro interno – CCBN/UFAC)

Prof. Dr. Marcelo Castanheira da Silva
(Membro Suplente – CCBN/UFAC)

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- C972s Cunha, Hélison Matos da, 1985-
Sequência didática como material potencialmente significativo utilizando Scripts do software RStudio para o ensino de cinemática / Hélison Matos da Cunha. – 2018.
120 f. : il. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. Rio Branco, 2018.
Inclui referências bibliográficas e apêndice.
Orientador: Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares.
1. Física – Dissertação. 2. Cinemática. 3. Física – Ensino e aprendizagem. I. Título.

CDD: 530

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo CRB-11º/1003

Dedico este trabalho a toda minha Família, em especial a minha mãe, Maria Josélia Teles Pinheiro, ao meu pai, Hélio Matos da Cunha, a minha esposa, Cleide Verçosa Almeida Matos e a minhas filhas, Hellen Nicolly Matos Verçosa e Helaíne Natália Matos Verçosa, que sempre apoiaram e me deram forças, incentivando-me a realização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecer, primeiramente, a Deus por me conceder saúde e sabedoria para vencer mais uma etapa na vida.

As minhas irmãs, pelo apoio e torcida durante o curso e as recomendações de cuidados para comigo e com minhas filhas.

Ao coordenador Nacional do MNPEF, professor Dr. Marco Antônio Moreira que vem brilhantemente conduzindo o Programa.

Aos meus professores do MNPEF, polo da Universidade Federal do Acre - UFAC, que vêm brilhantemente desenvolvendo as disciplinas, procurando fornecer o melhor de conhecimentos, em especial ao meu professor e orientador, Dr. George Chaves da Silva Valadares, que dedicou parte de seu tempo na orientação deste trabalho.

Aos colegas de turma do MNPEF, pelos momentos de superação das dificuldades e de diversão que passamos.

RESUMO

Nesse trabalho apresentaremos uma Sequência Didática fundamentada na teoria educacional de David Ausubel, que usou alguns objetos do *menu* do *software RStudio* aplicados ao ensino de Cinemática, direcionadas a aprendizes do 1º ano do Ensino Médio. As estratégias dessa Sequência Didática consistiram na elaboração de um pré-teste por meio de um questionário que auxiliou na identificação dos conhecimentos prévios dos aprendizes quanto aos conceitos de Cinemática, a partir dos resultados elaborou-se um possível Material de Ensino Potencialmente Significativo, com a possibilidade de proporcionar a aquisição, retenção e ratificação dos conceitos básicos da Cinemática; posteriormente por meio de *scripts* na linguagem R através da *interface RStudio* foi apresentado ao aprendiz as fórmulas matemáticas e gráficos associados a Cinemática, em seguida foi aplicado o pós-teste cuja a estrutura foi definida pelos resultados obtidos no pré-teste com intuito de averiguar a eventualmente a ocorrência ou não da ancoragem dos conteúdos abordados na elaboração de *scripts*. Os conteúdos abordados na elaboração dos *scripts* são: conceitos básicos da Cinemática, Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.

Palavras-chave: Cinemática; aprendizagem significativa, *scripts*.

ABSTRACT

In this work, we will present a Didactic Sequence based on the educational theory of David Ausubel, which used some objects from the RStudio software menu applied to Kinematics teaching, directed to 1st year high school students. The strategies of this didactic sequence consisted in the elaboration of a pre-test through a questionnaire that helped in the identification of the previous knowledge of the learners regarding the concepts of kinematics, from the results a possible Potential Significant Teaching Material was elaborated, with the possibility of providing the acquisition, retention and ratification of the basic concepts of Kinematics; later by means of scripts in the R language through the RStudio interface, the mathematical formulas and graphs associated to Kinematics were presented to the apprentice, followed by a post-test whose structure was defined by the results obtained in the pre-test in order to ascertain the possibly the occurrence or not of the anchoring of the contents approached in the elaboration of scripts. The contents covered in the elaboration of the scripts are: basic concepts of Kinematics, Uniform Rectilinear Motion and Uniformly Varied Rectilinear Motion.

Keywords: Kinematics; meaningful learning, scripts.

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa mental das funções disponíveis na <i>Interface RStudio</i> para o desenvolvimento de <i>scripts</i>	19
Figura 2: Mapa mental da estrutura teórica de David Ausubel para o aluno alcançar uma Aprendizagem Significativa.....	24
Figura 3: Localização da Cidade de Rio Branco.....	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual de alunos que responderam o Pré-teste e o Pós-teste.	49
Gráfico 2: Percentual de respostas da questão 1.	50
Gráfico 3: Percentual de respostas da questão 2.	51
Gráfico 4: Percentual de respostas referente a questão 3	51
Gráfico 5: Percentual de respostas da questão 4.	52
Gráfico 6: Percentual de respostas da questão 5.	53
Gráfico 7: Percentual de respostas da questão 6.	53
Gráfico 8: Percentual de respostas da questão 7.	54
Gráfico 9: Percentual de respostas da questão 8.	55
Gráfico 10: Percentual de respostas da questão 9.....	56
Gráfico 11: Percentual de respostas da questão 10.....	56
Gráfico 12: Percentual de respostas da questão 11.....	57
Gráfico 13: Percentual de respostas da questão 12.....	58
Gráfico 14: Percentual de respostas do questionário de satisfação em relação aos recursos didáticos utilizados.	59
Gráfico 15: Percentual de respostas do questionário de satisfação em relação a utilização do software RStudio na resolução de exercício.....	60
Gráfico 16: percentual de quanto a utilização do computador predispõem os alunos a aprender.	61
Gráfico 17: Percentual de respostas do questionário de satisfação assimilação das fórmulas no formato de <i>scripts</i>	63
Gráfico 18: Percentual de respostas do questionário de satisfação referente a compreensão da Cinemática com a utilização de simulações.	64
Gráfico 19: Percentual de respostas referente a contribuição do <i>software RStudio</i> no ensino aprendido.....	65

Lista de Abreviaturas e Siglas

AS – Aprendizagens Significativa

EC – Estrutura Cognitiva

MRU – Movimento Retilíneo Uniforme

MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

MPS – Material Potencialmente Significativo

SD – Sequência Didática

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 Estrutura do trabalho	15
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	16
1.1 Orientações para o Ensino de Física	16
1.2 As TIC's e o Ensino de Física	17
1.3 Software R	17
1.3.1 <i>Interface RStudio</i>	18
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 A Teoria de Aprendizagem de Ausubel	20
2.1.1 Tipos e formas de aprendizagem significativa de Ausubel	20
2.1.2 Condições para a Aprendizagem Significativa de Ausubel	22
2.1.3 A facilitação da aprendizagem significativa de Ausubel	22
2.2 Sequência Didática	25
CAPÍTULO 3 - PERCURSO METODOLÓGICO	27
3.1 Primeiro Momento	28
3.1.1 Elaboração e aplicação do Questionário	28
3.1.2 Objetivo na elaboração do Material de Ensino Potencialmente Significativo	28
3.2 Segundo Momento	29
3.3 Terceiro Momento	29
CAPÍTULO 4 - PRODUTO DIDÁTICO	30
4.1 Apresentação do Produto	30
4.1.1 Roteiro da Prática de Ensino	30
4.1.2 Material Potencialmente Significativo	31
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E ANÁLISES	49
6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	66
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICES	70

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias de informação e comunicação veem modificando o cotidiano do cidadão na forma de agir. Essas tecnologias por falta de investimentos, capacitação dos professores encontram barreiras quando são inseridas no ambiente educacional. Integrar as tecnologias de informação e comunicação (TIC's) ao ensino de Física ainda é uma questão a ser equacionada, e que exige respostas.

Nessa perspectiva, a dissertação tem como finalidade apresentar um produto que integre TIC's como meio de transmitir uma ramificação da ciência Física, isto é, a Cinemática. Ao optar por uma TIC's ainda não muito difundida no ensino de Física como é o caso do *software RStudio*, teremos os problemas inerentes às atividades desbravadoras, porém temos a graça de lidar com as realidades da problemática descrita compactamente no parágrafo.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam a Física como um meio de compreender da vida cotidiana, a possibilidade de gerar mudanças na realidade como motivação na construção do conhecimento. Assim, diversas práticas pedagógicas de diferentes áreas de ensino, sobretudo na Física, sofrem influência da evolução da tecnológica, um dos aspectos no caso da Física é ser estruturada por modelos matemáticos, e essa por sua vez pode ser decodificada na linguagem computacional (BRASIL,2002).

O aprendiz deve ser auxiliado nessa construção com o repasse das categorias oriundas dessas mudanças, nessa perspectiva a partir da percepção do aprendiz sua apreensão deve ser alargada pela empiria e formulações teóricas das ciências da natureza, contextualizados no dia a dia. No entanto, a concepção do aprendiz é de interpretar a Física como uma disciplina que consiste numa vasta aplicação de fórmulas matemáticas para descrever os fenômenos da natureza.

O Ministério da Educação e Cultura por meio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL,2002), orienta o docente que a formalização matemática se faz necessária e continua sendo primordial para o desenvolvimento da Física, mas que sejam aplicadas em uma situação-problema que abrange conceitos e relações estudadas no decorrer da disciplina, pois ele passa a observar a aplicação desses conceitos e relações no seu cotidiano, trazendo sentido para o aprendiz.

As PCN+ (BRASIL,2002), orientam que a Física deve ser apresentada ao aprendiz através de um conjunto de competências, que desenvolvam habilidades no aprendiz, para que

ele perceba e compreenda os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes no seu cotidiano, a partir de princípios, leis e modelos que a Física construiu ao longo dos séculos. Isso ocorre, através da sua própria linguagem Física, por meio de conceitos, terminologia, tabelas, gráficos e relações matemáticas.

Para Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL,2006), o objetivo principal das competências é a formação da autonomia crítica do aprendiz, o que fornece mudanças significativas no desenvolvimento intelectual do aprendiz.

O caderno de Orientações Curriculares para o Ensino Médio enfatiza que:

O conhecimento Físico pode se transformar gradativamente em importante ferramenta de leitura do mundo, levando o aluno a um novo patamar de formação cognitiva e cultural. Assim, a compreensão da Física como uma construção sócio-histórica pode enriquecer significativamente a relação do aluno com o conhecimento científico, tornando-o mais crítico e mais capacitado para se relacionar com o mundo, visando alcançar autonomia em suas decisões de ordem pessoal e social (ACRE, 2010, p. 31).

A finalidade do ensino intelectual é transmitir pensamentos através do ato de pensar, portanto, pretendemos elaborar uma SD como produto de ensino, com base nos juízos da descrição dos conceitos contidos na Cinemática, por essa razão nosso produto será elaborado seguindo as orientações da teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, à qual entendemos ser orgânica aos PCN+.

Diante do que foi exposto e das orientações, propomos a elaboração e posterior aplicação de uma Sequência Didática (SD) para ensino de Cinemática com o auxílio do *Software RStudio*, tendo como referencial teórico, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (AUSUBEL,2003).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar um produto de ensino que integre as tecnologias de informação e comunicação TIC's ao ensino de Física. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar uma SD fundamentada por meio da teoria educacional de David Ausubel que irá explorar a ferramenta *RStudio*, como instrumento auxiliar no ensino-aprendizagem de Cinemática.

1.1.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de atingir o que foi proposto no objetivo geral deste trabalho, definimos os seguintes objetivos específicos:

- a) Expor o conteúdo de cinemática que está sendo abordado nos livros didáticos no Ensino Médio através de uma SD, com auxílio das TIC's, no caso o *software RStudio* através de *scripts* de funções e gráficos abordados no estudo da Cinemática.
- b) Elaborar uma SD que empregue a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, conforme a teoria de aprendizagem de David Ausubel (2003), utilizando *scripts* como recurso para uma possível aquisição e retenção do conteúdo de Cinemática;
- c) Elaborar e aplicar questionários, que dentro da SD, auxiliem a identificar os conhecimentos prévios, o grau de satisfação com os recursos didáticos empregados e a ocorrência de aprendizagem significativa do conteúdo de Cinemática;
- d) Analisar, quantitativamente, os resultados obtidos com os questionários, para observarmos, se com a SD ofertada para o ensino da Cinemática, houve ou não indícios de uma Aprendizagem Significativa.

1.2 Estrutura do trabalho

Esta dissertação é apresentada em seis capítulos mais um anexo. No início deste capítulo esclarecemos ao leitor a importância, justificativa e propósitos do desenvolvimento deste trabalho no ensino-aprendizagem da Física, especificamos a demanda tratada na presente dissertação, em seguida, brevemente apresentamos a forma e conteúdo de nosso produto de ensino para tal exigência, como pode ser constatado nos objetivos deste trabalho.

Posteriormente no capítulo 2, expomos o conjunto de referenciais teóricos no qual o nosso trabalho se fundamenta. Iniciamos com uma breve apresentação da teoria de aprendizagem de David Ausubel, destacamos as dimensões da SD, indicamos o uso das TIC's no ensino da Física, e mostramos o que é o *software RStudio*.

Ainda no capítulo dois, informamos a razão de apresentar os conceitos básicos da Cinemática, Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado no capítulo quatro. Já no capítulo três, descrevemos as ações previstas na SD, os sujeitos participantes da aplicação desse produto de ensino, os instrumentos de coleta de dados e as técnicas de análise utilizadas.

Prosseguindo, no capítulo quatro, apresentamos o nosso produto didático, e continuamos no capítulo cinco, exibindo apresentação dos resultados e análises obtidos durante a pesquisa, e finalmente no capítulo seis, quantitativamente constatamos a influência do nosso produto de ensino na eficiência da aprendizagem.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresentamos a revisão de literatura que fomentará a pesquisa e as discussões sobre o uso do *software RStudio* no ensino de Física que faremos no decorrer do trabalho. Sendo assim, o ponto de partida da nossa construção serão as ideias contidas no PCN e no Caderno de Orientações Curriculares do Estado do Acre sobre o ensino de Física e o uso da informática, permeando o uso da informática na educação. Citaremos alguns casos onde a utilização das tecnologias pertencentes aos computadores foi eficaz na aprendizagem de variados conceitos, não somente em Física.

1.1 Orientações para o Ensino de Física

O ensino brasileiro vem passando por grandes reformulações. Essas reformulações surgem com a evolução e desenvolvimento de *software* para as mais diversas aplicações. O ensino não pode ficar distante dessa realidade, através da contribuição e disseminação da utilização das tecnologias de informação e comunicação utilizadas pelo professor no contexto escolar.

O PCN+ propõe que o ensino de Física deixe a utilização da mecanização do ensino, através memorização de fórmulas ou repetição de procedimentos, em situações abstratas. Os alunos precisam desenvolver a capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; assim como a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés da memorização.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais instruem a transformação do ensino e estabelece que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado (BRASIL,2002, p. 60).

Já o Caderno de Orientações Curriculares do Estado do Acre (2010) reforça a interdisciplinaridade para o ensino médio, e que ela seja trabalhada a partir de uma relação entre as características em cada componente curricular, sejam essencialmente interdisciplinares.

O currículo escolar deve carregar em si uma dimensão cultural. Dessa forma os conteúdos escolares adquirem uma dimensão mais ampla, na medida em que estão sempre voltados e a serviço de algo que transcende os muros escolares: a cultura

contemporânea. Neste sentido, é importante que, no ensino da Física, se priorize escolhas e recortes que abram caminho para o estabelecimento de relações entre essa área do conhecimento e as demais. Isso pode ser feito tanto na seleção de temas e conteúdos como na proposição de atividades. No quadro de referências curriculares, é possível identificar alguns exemplos de situações que favorecem o diálogo da Física com outras áreas disciplinares:

[...]

- leitura de texto seguida de discussões que situem historicamente o desenvolvimento da termodinâmica, explicitando a relação dialética entre ciência, tecnologia e sociedade;[...] (ACRE, 2010, p. 32).

O uso das tecnologias de comunicação e informação – TIC's é um dispositivo que demonstra grande importância para o ensino, devida a capacidade de provocar a predisposição do aluno, além de participar ativamente do processo de construção do conhecimento.

A Física não se limita em conceitos e leis, mas de habilidades que estão em um processo contínuo de construção e desenvolvimento, ofertando ao aluno a possibilidade de compreensão e construção do conhecimento científico (ACRE, 2010).

1.2 As TIC's e o Ensino de Física

O desenvolvimento tecnológico é uma realidade que tem que ser encarada por profissionais da educação, ajustando e adaptando as escolas e alunos para trabalharem com as TIC's. Figueira e Veit (2004), alertavam que as TIC's se tornariam realidade no desenvolvimento do ensino-aprendizagem de Física nas escolas de ensino médio do Brasil.

Neste contexto, é importante o professor entender a importância das TIC's na transmissão do conhecimento e internalizar a importância de dominar tecnologias da informação, para torná-la uma ferramenta educacional para o refinamento da difusão do conhecimento.

Na implantação de tecnologias no desenvolvimento de práticas pedagógicas no ensino de Física pode auxiliar a provocar a predisposição do aluno em participar, ativamente, no processo ensino-aprendizagem, proporcionando o aprimoramento de percepções de conteúdo, pensamentos e interações na prática de ensino-aprendizagem, como a simulação computacional de algum fenômeno físico.

Considerando o contexto que revela a importância das TIC's nos parágrafos anteriores apresentaremos no item 2.4.1 a *interface RStudio*, ferramenta que compõe o nosso MPS, através de *scripts* na linguagem computacional R, que trará a possibilidade do aluno de formar um novo conceito na sua EC, a partir do desenvolvimento da SD.

1.3 Software R

O *Software R* é uma linguagem e ambiente para executar funções da computação estatística e gráfica, tem grande semelhança à linguagem S (RAMOS, 2015). Foi derivado de um conjunto original de notas conhecidos como S e S- PLUS, escritos na década de 90 por Bill Venables e David M. Smith, na Universidade de Adelaide, onde sofreu algumas alterações e após o material se expandiu e recebeu a nomenclatura de linguagem R (VENABLES; SMITH, 2013 apud CARETA; CATALANI, 2015).

O *Software R* tem como ferramentas a manipulação de dados eficaz e instalação de armazenamento, um conjunto de operadores para cálculos em matrizes, uma grande coleção de ferramentas intermediárias para análise de dados, instalações gráficas para análise de dados e visualização (VENABLES; SMITH, 2013 apud CARETA; CATALANI, 2015).

O R é um software gratuito, está disponível diretamente da Internet pelo endereço eletrônico <http://www.r-project.org>. Ele pode ser instalado nos sistemas operacionais Windows, Linux e Mac.

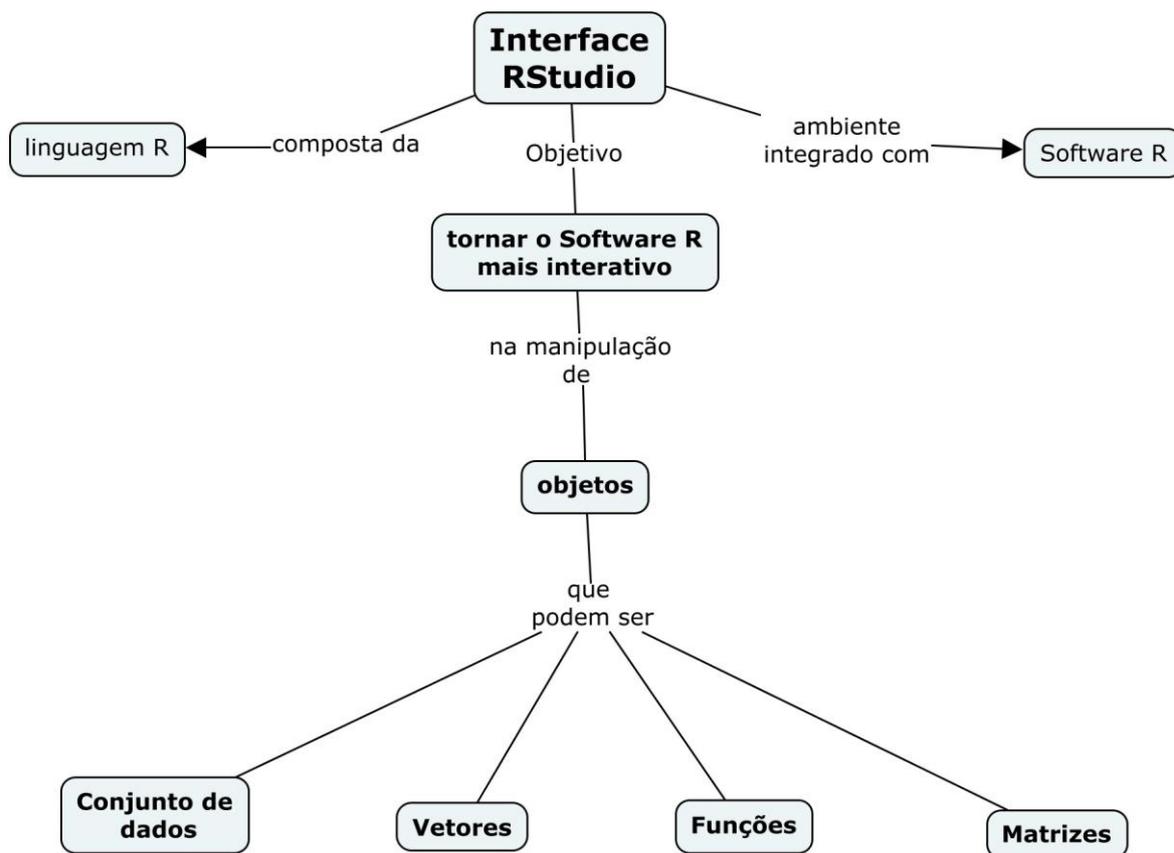
1.3.1 Interface RStudio

A interface RStudio foi lançado publicamente em 28 de fevereiro de 2011 (RACINE, 2012 apud HENNING et al., 2013), com objetivo de dinamizar o R Gui, atualmente é uma ferramenta adequado para uso em várias áreas, como análise dados, pesquisa e ensino (HENNING et al., 2013).

A interface RStudio foi desenvolvida com o propósito de trabalhar como ambiente integrado à linguagem R, com várias funcionalidades que fornece uma interatividade maior em relação ao R Gui, por exemplo, Interface intuitiva para objetos, gráficos, script e o autocomplete, seu *download* está disponível para vários sistemas operacionais dentre eles *Windows, Mac OS X, Debian 6+, Fedora 13+ e Linux*, ambos gratuitamente (RSTUDIO, 2015 apud RAMOS, 2015).

A Figura 2 expõe os objetos que são ofertados no *software RStudio* que podem auxiliar no ensino de Física, com elaboração de *scripts*.

Figura 1: Mapa mental das funções disponíveis na *Interface RStudio* para o desenvolvimento de *scripts*.



Fonte: Acervo do Autor

A nossa fundamentação teórica não discorre sobre o conteúdo de Cinemática em virtude da abordagem ocorrer no produto deste trabalho, que é apresentado no capítulo 4.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho está fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL,2002), que se adequa ao cognitivismo, fornecendo um importante apoio ao professor em sua Sequência Didática, quando é atendida as duas condições, inicialmente, para se buscar uma AS, ou seja, o Material Potencialmente Significativo e a predisposição do aluno em aprender.

2.1 A Teoria de Aprendizagem de Ausubel

Da evolução Tecnológica de Comunicação e Informação (TIC's) e ciências que tratam da cognição humana aduz novas alternativas no processo de ensino-aprendizagem de onde o docente busca fornecer estratégias de ensinamentos eficientes para se alcançar uma aprendizagem significativa.

Nesse contexto, adotamos a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que sugere que a Aprendizagem Significativa (AS) deve, quando o aprendiz absorve novas informações e agrega ao conhecimento previamente adquirido, passando a formar novos significados na sua estrutura cognitiva, a aquisição de novos significados ocorre de maneira sistemática, pois

O material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo matéria(AUSUBEL, 2003, p. 1).

Isso é uma tarefa delicada para o docente, pois para que possa ocorrer a aprendizagem significativa o MPS tem que está relacionada com os conhecimentos prévios do aprendiz, chamado por Ausubel de subsunçores, de forma não arbitrária e lógica, para que o novo conhecimento seja ancorado na sua estrutura cognitiva (EC).

Para Moreira (2011), a não-arbitrariedade significa fornecer um MPS que se relacione com a EC do aprendiz pré-existente, já a não-literalidade significa que o material potencialmente significativo é incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz fornecendo conceitos claros e lógicos.

2.1.1 Tipos e formas de aprendizagem significativa de Ausubel

A busca do docente em produzir um Material Potencialmente Significativo (MPS) para que possa existir a possibilidade de uma aprendizagem requer no mínimo o conhecimento dos

princípios da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, pois segundo Ausubel o conhecimento pode ser apresentado ao aprendiz de duas maneiras:

Na aprendizagem por recepção, este conteúdo é apresentado sob a forma de uma proposição substantiva ou que não apresenta problemas, que o aprendiz apenas necessita de compreender e lembrar. Por outro lado, na aprendizagem pela descoberta, o aprendiz deve *em primeiro lugar* descobrir este conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos (AUSUBEL, 2003, p. 5).

Segundo a teoria de Ausubel (2003), ter um o material de aprendizagem potencialmente significativo não garante uma Aprendizagem Significativa (AS), pois além do material significativo, deve existir uma metodologia de aprendizagem para essa aprendizagem tornar-se significativa, considerando desde os organizadores prévios até a aprendizagem significativa. Moreira (2011) afirma que os conceitos do material potencialmente significativo têm que serem contextualmente aceitos na estrutura cognitiva do aprendiz, produzindo novos significados.

Ausubel nas suas pesquisas identificou três tipos de AS: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições) que podem serem adquiridas de três formas: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório.

Moreira (2012), detalha cada tipo de como a aprendizagem pode ocorrer significativamente. A aprendizagem representacional ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se agrega a um acontecimento ou conceito no cognitivo do aprendiz, trazendo para ele um significado; a aprendizagem de conceitual é uma aprendizagem representacional, com um grau de complexidade, exigindo do aprendiz a abstração de um conceito ou significado a partir de uma frase ou palavra por exemplo; a aprendizagem proposicional, fornece novos significados às ideias expressas na forma de uma proposição, a partir, das aprendizagens representacional e conceitual.

Para o docente de Física que busca, incessantemente, que o aprendiz assimile conceitos, Ausubel (2003) expõe que aprendizagem conceitual ocorre em duas situações: na formação conceitual de crianças; e na assimilação conceitual, que é a forma dominante de aprendizagem conceitual nas crianças em idade escolar e nos adultos, agregando novos conceitos no cognitivo do aprendiz na medida em que o processo de assimilação conceitual evolui no cognitivo do aprendiz.

Já as formas de AS, Moreira (2012), explica que pode ser subordinada quando uma proposição significativa de um conteúdo de ensino se relaciona de forma significativa com proposições subordinantes específicas na estrutura cognitiva do aprendiz e dependendo do grau de subordinação pode denominar-se derivativa, caso o material de aprendizagem apenas

exemplifique ou apoie uma ideia já existente na estrutura cognitiva ou correlativa, se for uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições anteriormente apreendidas; a superordenada ou subordinante ocorre quando os conhecimentos, que são recém adquiridos, passam a subordinar, estrutura cognitiva do aprendiz, aqueles que lhes deram origem; a terceira e última forma é a combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva (EC), mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais.

2.1.2 Condições para a Aprendizagem Significativa de Ausubel

Para Moreira (2012), duas condições, inicialmente, são cruciais para se buscar uma Aprendizagem Significativa (AS), a primeira chama atenção para o material de aprendizagem que deve ser potencialmente significativo e a segunda chama atenção para o aprendiz que deve apresentar uma aptidão para aprender.

Agregado a essas condições existem fatores essenciais que deverão ser considerados quando se almeja a aprendizagem significativa como: conhecimentos prévios do aprendiz, organizadores prévios, estruturação do material de maneira não-arbitrária e não-literal, linguagem adequada na comunicação com o aprendiz, recursos que facilitam a AS.

A identificação do que o aprendiz sabe sobre o assunto que será ministrado está intimamente relacionada com a primeira condição apontada por Ausubel para que possa ocorrer a AS, quando devidamente identificado o conhecimento prévio do aprendiz a organização do MPS de ensino, ao ser ministrado, se ancorando de forma clara e organizada na estrutura cognitiva do aprendiz, proporcionando a AS.

A segunda condição para a ocorrência de aprendizagem significativa requer que o aprendiz tenha uma predisposição em aprender, porém essa predisposição pode ser estimulada pelo docente, quando o Material Potencialmente Significativo (MPS) relaciona de forma substantiva e não arbitrária com as ideias relevantes na EC do aprendiz.

2.1.3 A facilitação da aprendizagem significativa de Ausubel

No desenvolvimento da teoria da aprendizagem significativa Ausubel observou que estratégias deveriam ser tomadas para se alcançar, com facilidade, a ancoragem de novos significados às ideias ancoras presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, criando um cenário que levasse o aprendiz a ter uma probabilidade maior em aprender significativamente.

Para Moreira (2011), essas estratégias se iniciam com a análise dos conhecimentos prévios do aprendiz para, posteriormente, prosseguir com elaboração de um material potencialmente significativo que deverá ser elaborado de maneira que os conceitos estejam dispostos dos mais genéricos para os mais específicos utilizando uma linguagem acessível ao entendimento do aprendiz, buscando promover na estrutura cognitiva do aprendiz a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa para aumentar essa probabilidade.

Ausubel (2003), expõe que um MPS pode influenciar a estrutura cognitiva do aprendiz de forma substantiva, a partir do desenvolvimento da explicação e da análise de conceitos abrangentes e finalizando em conceitos específicos e unificadores apresentados ao aprendiz, cronologicamente, a partir de métodos que facilite a AS.

A linguagem com que é apresentada o material potencialmente significativo facilita a AS, devido ao fornecimento de um leque de opções para manipulação de conceitos e proposições, através das propriedades representacionais das palavras adquiridos através da linguagem. Para Moreira (2011) A aprendizagem significativa depende da assimilação de conceitos e significados que transmitidos ao aprendiz envolve um processo de interação no qual a linguagem é primordial.

A linguagem fornece a clareza que a estrutura cognitiva do aprendiz precisa para entender os conceitos repassados e discernir no MPS o que são conceitos subordinantes dos conceitos subordinados na sua estrutura cognitiva, passando entender e ancorar sistematicamente as novas ideias.

Outra estratégia que Ausubel defende é a transmissão do conhecimento de forma sistêmica, ou seja, o MPS é disposto com uma cronologia de conceitos, do mais genérico para o mais específico, proporcionando que a EC entenda e assimile a importância da disposição de como está sendo apresentado de cada conceito na ancoragem das novas ideias.

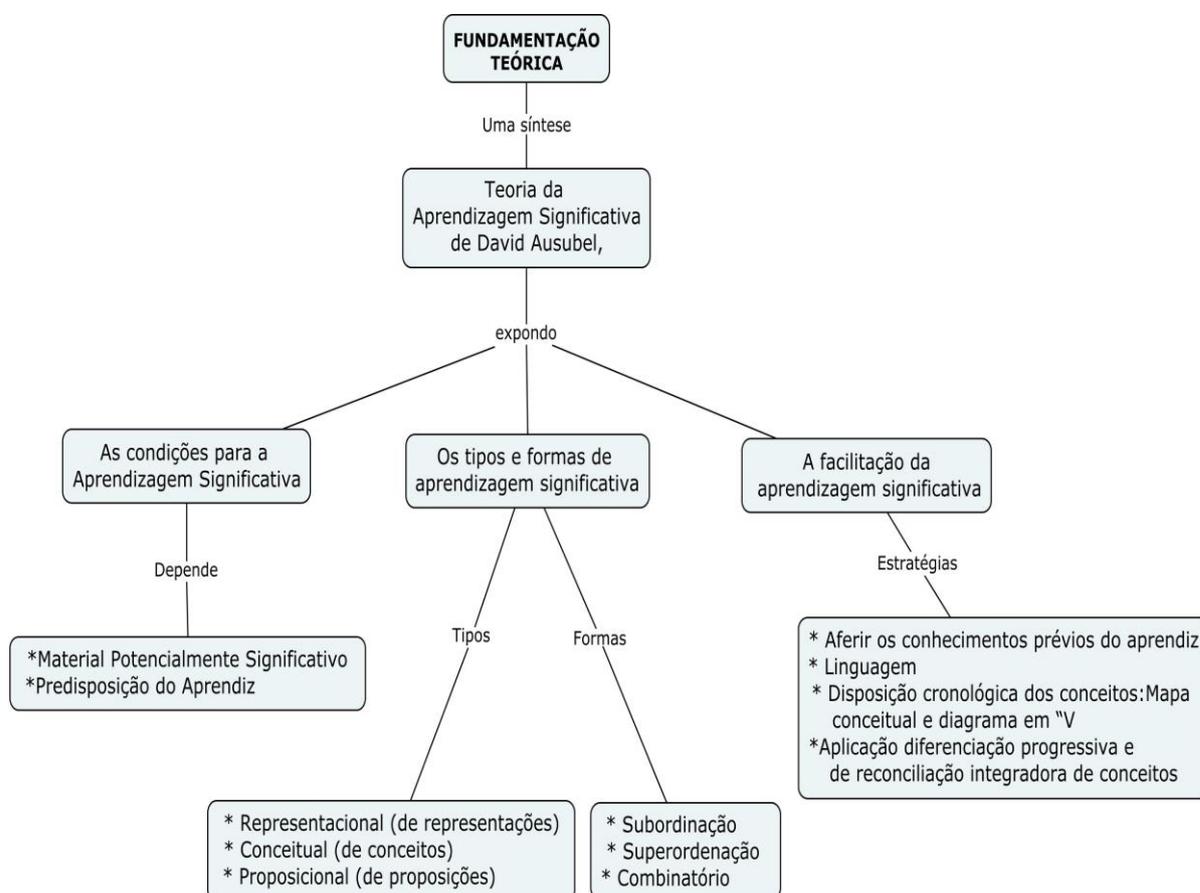
No desenvolvimento de pesquisas para se alcançar a AS, estudiosos como Ausubel, Novak entre outros, observaram que esta cronologia permitiu a elaboração de esquemas, mapa conceitual e diagrama em “V”, que facilitavam para a ocorrência da AS, pois os esquemas apresentam na sua configuração facilitadores que levam a AS, ou seja, promovem a transmissão do conhecimento do mais genérico para o mais específico a linguagem empregada, geralmente, é acessível a EC, além de apresentar ao docente uma facilidade na execução dos processos de assimilação e retenção do conhecimento: Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora. Darroz (2015) expõe que esses esquemas, atendendo as características para uma AS, fomentam a assimilação e retenção de conceitos ricos na EC.

A AS se caracteriza pela interação seletiva de conceitos existentes no MPS com as ideias âncoras existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, porém essa interação é um processo complexo e delicado, pois a aquisição de novos conceitos traz um novo significado, resultando na alteração de conceitos ou ideias âncoras e, conseqüentemente, promovendo a riqueza de conceito e preposições na EC. Para Novak (2015) depende da predisposição em alcançar a AS o aprendiz âncora na sua estrutura significativa conceitos quantitativos e qualitativos.

Essa quantidade e qualidade dos conceitos, segundo Novak (2015) exige do docente a aplicação dos processos de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora de conceitos dispostos no MPS para facilitar aquisição de novos conceitos.

Para Moreira (2011), a diferenciação progressiva se caracteriza no momento em que o docente apresenta, a partir do subsunçor do aprendiz, um MPS que forneça, progressivamente, a distinção entre e termos e suas características, possibilitando o aprendiz a criar na estrutura cognitiva um novo conceito. Já a reconciliação integrativa fornece, claramente, o domínio que aprendiz deve ter dos conceitos, mesmo se os conceitos tenham semelhança ou distinção.

Figura 2: Mapa mental da estrutura teórica de David Ausubel para o aluno alcançar uma Aprendizagem Significativa.



Fonte: Acervo do Autor

2.2 Sequência Didática

O termo Sequência Didática (SD) surgiu formalmente em aulas de ensino de línguas na Europa em 1996, quando pesquisadores observaram a importância de dividir em etapas a transmissão do conhecimento, favorecendo a promoção dos alunos na aquisição de conceitos, através de procedimentos encadeados passo a passo, ou etapas ligadas entre si, de forma planejada e sistemática, em torno do conteúdo abordado, para tornar mais eficiente o processo de aquisição do conhecimento (GONÇALVES; FERRAZ, 2016). Possibilitando o planejamento do ensino e objetos de pesquisa, criando condições favoráveis para os alunos terem uma aprendizagem significativa (AS), permitindo a análise desse processo, como expõem Queroz e Stutz (2016) no seu trabalho.

O trabalho foi desenvolvido através de uma sequência didática, por entender que a SD está, estruturalmente, associada à teoria de AS de David Ausubel, através dos procedimentos sistêmicos adotados para se propor a possibilidade da aquisição de uma nova informação na estrutura cognitiva do aluno.

Dolz, Noverraz, Schneuwly (2004), expõe que o desenvolvimento da SD inicia pela apresentação de uma problemática-conteúdo. Em seguida é realizada a averiguação dos conhecimentos prévios dos alunos em relação a problemática-conteúdo, realizando intervenções para que haja indícios de aprendizagem, e por fim, busca evidenciar indícios da evolução na aprendizagem do aluno em relação problemática-conteúdo.

Na teoria de David Ausubel (2003), para almejar uma AS, as estratégias iniciam com averiguação dos conhecimentos prévios problemática-conteúdo, posteriormente, prossegue com elaboração sistêmica do material potencialmente significativo, finalizando, observa se há indícios de uma aprendizagem significativa.

Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a SD tem aspecto integrador em relação ao ensino e aprendizagem, dependendo da metodologia aplicada pelo professor, é necessário um trabalho metódico em relação aos conteúdos abordados nas aulas, para que haja uma maior probabilidade de o aluno ancorar novas informações na estrutura cognitiva (EC).

O fato de o professor dispor de currículo e disciplina de conhecimentos, fornece alicerces que fundamentam a prática pedagógica, a partir de decisões e ações que envolvem intencionalidade e consciência, possibilitando a construção de novos conceitos na EC do aluno, mediante ao desenvolvimento de uma SD.

Por meio da mediação do professor envolvendo os conhecimentos prévios dos alunos e problemática-conteúdo, aplicando intervenções metodológicas e das tecnologias de informação

e comunicação (TIC's).

CAPÍTULO 3 - PERCURSO METODOLÓGICO

O nosso produto fornece uma SD por sustentar atividades que colaboram de maneira ordenada, estruturada e articulada para o desenvolvimento da prática de ensino contribuindo para aquisição de novos conceitos, sustentação necessária para se propor um MPS e se alcançar uma AS, por essas razões, que o nosso produto é uma SD fundamentada na teoria educacional de David Ausubel.

Esta pesquisa foi desenvolvida no Município Rio Branco (Figura 3), capital do estado do Acre, Região Norte do país. Distante 3.030 quilômetros do Distrito Federal. De acordo com dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem 402 057 habitantes.

Figura 3: Localização da Cidade de Rio Branco.



Fonte: Acervo do Autor

A Aplicação da pesquisa deu-se no Colégio Estadual, por ser uma escola que oferece aos alunos uma tecnologia educacional através de laboratórios de ciências e de informática. O Colégio funciona em três turnos com um total de 60 turmas.

Junto a turma de 1º Ano “A” do Ensino Médio, com 35 alunos, com idade entre 15 e 17 anos, com 10 do sexo feminino e 25 do sexo masculino. A sequência didática foi aplicada no segundo semestre do ano de 2017, em sete aulas de cinquenta minutos em cada turma, sendo estas desenvolvidas dentro da disciplina Física.

A metodologia qualitativa utilizada na pesquisa foi elaborada, a partir, da teoria de aprendizagem de Ausubel, extraíndo, organizando e interpretando dados coletados, a partir, de questionários da análise de dados coletados, pois segundo Campos e Turato (2009) a análise

dos dados coletados requer a aplicação de técnicas de organização para se ter conhecimentos de tópicos ou temas.

As ações desenvolvidas na SD, iniciaram-se com a coleta de dados com a finalidade de averiguarmos os conhecimentos prévios dos aprendizes, no conteúdo de Cinemática. Foi aplicado um questionário pré-teste no 1º momento para desenvolvermos as atividades conceitual e representacional do tema, respeitando a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, foi elaborado um material potencialmente significativo com base nos conhecimentos prévios dos alunos, o material foi transmitido aos alunos no 2º momento.

No 3º momento se aplica um pós-teste, com intuito de mensurar se houve a assimilação do conteúdo, em seguida foi apresentado aos aprendizes scripts do software RStudio, com objetivo de inseri-los na resolução de exercício que exigiam cálculos matemáticos como ferramenta para auxiliar e acelerar o ensino de cinemática. A metodologia da pesquisa foi conduzida observando os parâmetros curriculares nacional, as orientações curriculares do Estado do Acre e fundamentação teórica de David Ausubel. Após os encontros, os questionários e a entrevista serão catalogados e analisados.

3.1 Primeiro Momento

Como previsto na estrutura do trabalho, a pesquisa no primeiro momento elaborou-se um pré-teste que fornecerá a identificação dos conhecimentos prévios dos aprendizes dos conceitos básicos de Cinemática, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV.

3.1.1 Elaboração e aplicação do Questionário

A elaboração do questionário do pré-teste (Apêndice C) demanda uma abordagem simples e clara da abordagem de conceitos da cinemática para que possa ser identificado, claramente, os conhecimentos prévios dos aprendizes, no decorrer da aplicação do pré-teste o docente pode incentivar a predisposição do aprendiz, após a aplicação do pré-teste é possível aferir o grau de conhecimento do aprendiz referente ao tema e, a partir do resultado, desenvolver um material de ensino potencialmente significativo.

3.1.2 Objetivo na elaboração do Material de Ensino Potencialmente Significativo

A elaboração do material de ensino potencialmente significativo orienta o docente na sua prática pedagógica, nas abordagens de conceitos criando a maior probabilidade possível para uma aprendizagem significativa.

3.2 Segundo Momento

Neste momento é apresentado ao aprendiz o material de ensino potencialmente significativo, com propósito de retificar e proporcionar a aquisição e retenção de conceitos básicos da Cinemática. Após a aquisição e retenção dos conceitos é apresentado ao aprendiz, as fórmulas matemáticas e gráficos que descrevem os fenômenos físicos na linguagem R, através da *interface RStudio*, no formato de *scripts*, propondo a ancoragem desse material de ensino aos seus conhecimentos prévios. Posteriormente, aplicar-se-á questionário do apêndice F cuja a estrutura foi definida pelos resultados negativos obtidos no pré-teste, além de averiguarmos se ocorreu a ancoragem dos conteúdos abordados na elaboração de *scripts*. Os conteúdos abordados na elaboração dos *scripts* são: conceitos básicos da Cinemática, Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.

3.3 Terceiro Momento

Consiste na aplicação de um pós-teste (apêndice F) por meio de um questionário que auxilia na identificação, quantitativa, da ocorrência de AS do conteúdo de cinemática.

Ressalta-se que os apêndices C e F têm as mesmas perguntas, porém, com objetivos distintos, o apêndice C é referente aos conhecimentos prévios e o apêndice F é em relação a possibilidade da ocorrência aprendizagem significativa. Essa semelhança entre os apêndices C e F foi uma estratégia adotada para identificar na pesquisa se o aluno relacionou uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes presentes na sua estrutura cognitiva.

CAPÍTULO 4 - PRODUTO DIDÁTICO

4.1 Apresentação do Produto

O objetivo do produto é fornecer aos professores um, possível, Material Potencialmente significativo, seguido de um roteiro, para ser desenvolvido em práticas de ensino da Cinemática do com auxílio de *scripts* do *software RStudio*, fundamentada por meio da teoria educacional de David Ausubel, direcionadas a aprendizes do 1º ano do Ensino Médio.

Essas práticas podem ser ajustadas conforme a peculiaridade da turma e aos conhecimentos prévios dos alunos, referente ao conteúdo de Cinemática

4.1.1 Roteiro da Prática de Ensino

Apresentamos o roteiro de como essa prática de ensino pode ser desenvolvida, observando as características da teoria educacional de Ausubel.

Conteúdo: Cinemática

Tempo: 12 h

Material: *Notebook*, *Data show*, quadro branco, pincel e apostila de atividades.

Desenvolvimento:

Primeiro Momento:

➤ Consiste na aplicação de um pré-teste (apêndice C) por meio de um questionário que auxilia na identificação dos conhecimentos prévios dos aprendizes quanto ao conteúdo de cinemática. O pré-teste composto por doze questões e demanda uma linguagem simples e clara da abordagem do conteúdo da Cinemática para que possa ser identificado, claramente, os conhecimentos prévios dos aprendizes.

➤ A partir dos conhecimentos prévios dos aprendizes, elabora-se um Material de Ensino Potencialmente Significativa conforme a teoria de aprendizagem de David Ausubel, que auxilie na aquisição e retenção de conceitos básicos da cinemática. O Material de Ensino Potencialmente Significativo auxilia o professor a fornecer uma nova informação ao aluno que ao interagir com o subsunçor adequado formará um novo conceito na estrutura cognitiva do aluno.

Segundo Momento:

➤ Neste momento é apresentado ao aprendiz o Material de Ensino Potencialmente Significativo com auxílio do *software RStudio* na plotação de gráficos, através de *scripts*, dos Movimentos Retilíneos Uniforme e Uniformemente Variado, com propósito de retificar e proporcionar a aquisição e retenção do conteúdo da Cinemática.

➤ Após a apresentação do Material de Ensino Potencialmente Significativo conceitos é apresentado ao aprendiz exercícios que necessitam das funções dos Movimentos Retilíneos Uniforme e Uniformemente Variado para serem resolvidos, após o término da resolução dos exercícios o professor corrige os exercícios com *scripts* na linguagem R, por meio da *interface RStudio*, proporcionando ao aluno acesso a uma nova informação que pode ser ancorada a subsunções adquiridos na apresentação do Material de Ensino Potencialmente Significativo ou já existentes na Estrutura Cognitiva do aluno.

Terceiro Momento

Consiste na aplicação de um pós-teste (apêndice F) por meio de um questionário que auxilia na identificação, quantitativa, de indícios de Aprendizagem Significativa (AS) do conteúdo de cinemática.

Ressalta-se que os apêndices C e F têm as mesmas perguntas, porém, com objetivos distintos, o apêndice C é referente aos conhecimentos prévios e o apêndice F é em relação a possibilidade de averiguar, quantitativamente, indícios da ocorrência de aprendizagem significativa. Essa semelhança entre os apêndices C e F foi uma estratégia adotada para identificar na pesquisa se o aluno relacionou uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes presentes na sua estrutura cognitiva.

4.1.2 Material Potencialmente Significativo

1 CINEMÁTICA

1. 1 Conceitos Básicos

A **Cinemática** é a parte da mecânica que estuda os movimentos sem que haja preocupação com suas origens. Para isso precisamos estabelecer quando um móvel está em movimento ou não, e classificar os tipos movimentos.

O corpo está em movimento quando, em determinado intervalo de tempo, sua posição varia em relação ao referencial adotado e está em repouso quando, em determinado intervalo

de tempo, sua posição não varia em relação ao referencial adotado. O referencial é o corpo ou ponto a partir do qual podemos medir diversas grandezas em relação ao referencial: posição, deslocamento, tempo, velocidade e aceleração.

A análise dos fenômenos na cinemática exige que em algumas situações as dimensões do corpo ou dos corpos envolvidos na análise sejam especificadas como corpo extenso, quando suas dimensões são relevantes para a análise. Já para um ponto material, quando suas dimensões são desprezíveis para a análise do fenômeno.

1. 2 Trajetória, deslocamento escalar e intervalo de tempo

Na cinemática é necessário o conhecimento de alguns conceitos para tornar a aprendizagem significativa mais simples, pois geralmente é confuso, na estrutura cognitiva do aluno, a diferença entre trajetória, deslocamento e distância percorrida.

A Trajetória é a linha que representa o percurso descrito por um ponto material ou corpo extenso quando consideramos todas as posições sucessivas ocupadas por ele, em um determinado intervalo de tempo, como está representado na figura 1.

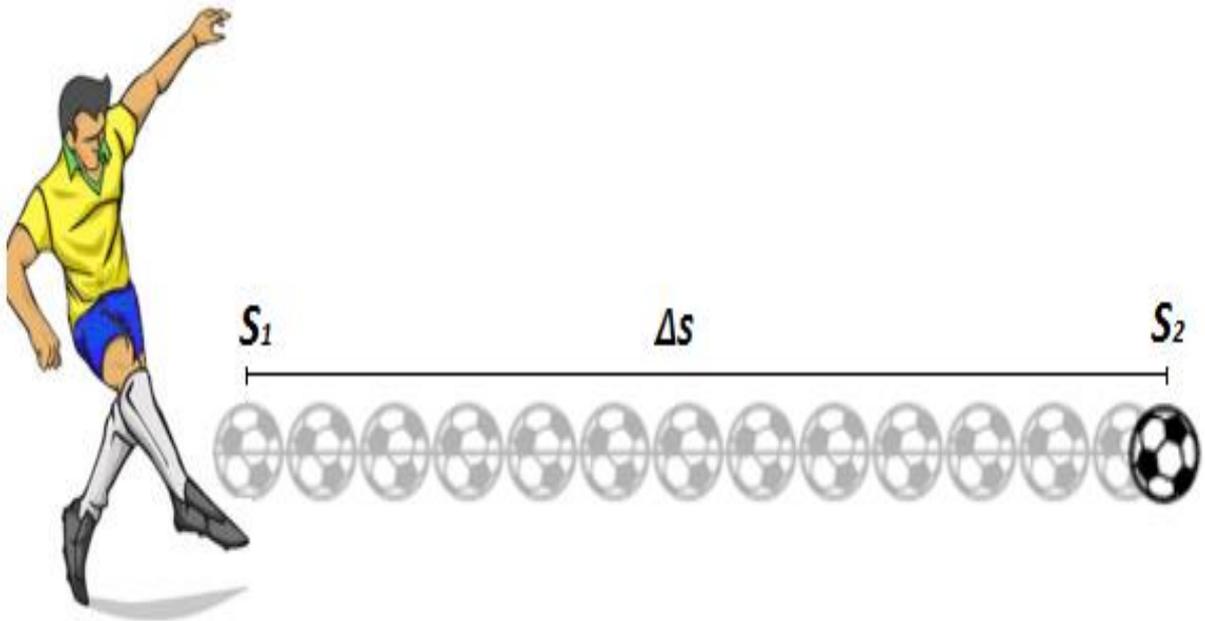
Figura 1: descrição da trajetória da bola



Fonte: Acervo do Autor

O Deslocamento Escalar (ΔS) representa a diferença entre as posições escalares ocupadas pelo ponto material ou corpo extenso nos instantes inicial e final, ou seja, depende somente das posições escalares inicial (S_1) e final (S_2), como ilustrado na figura 2.

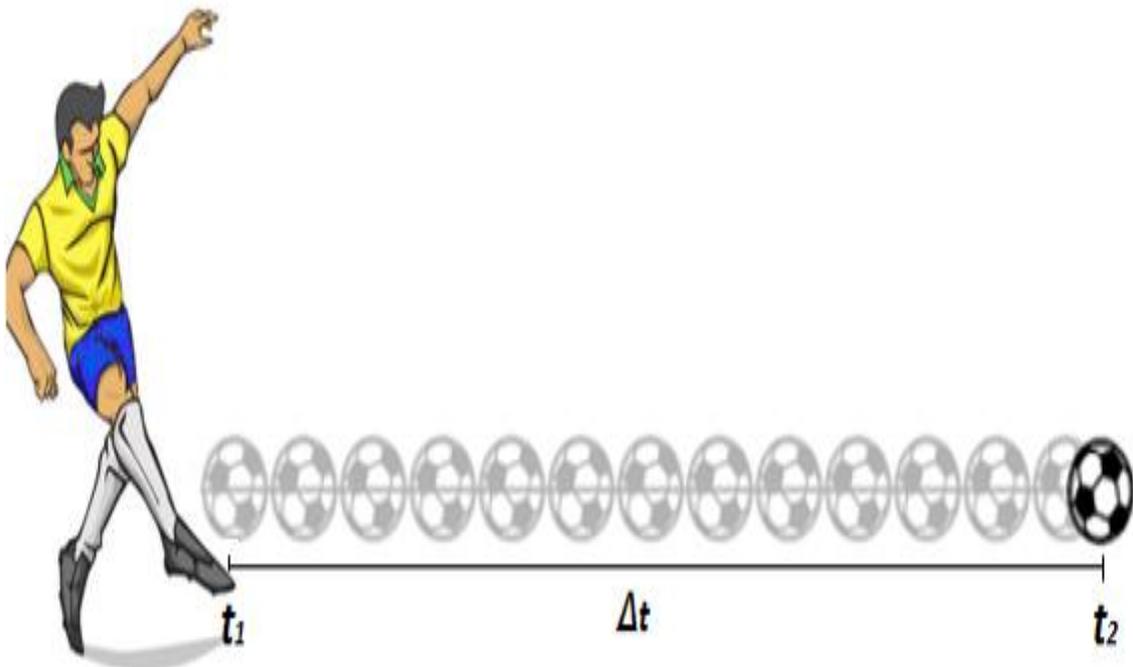
Figura 2: Representação do deslocamento escalar entre as posições S_1 e S_2 .



Fonte: Acervo do Autor

O Intervalo de tempo (Δt) representa a diferença entre os instantes inicial (t_1) e final (t_2), a figura 3 mostra a representação de Δt . O intervalo de tempo é representado matematicamente por: $\Delta t = t_2 - t_1$.

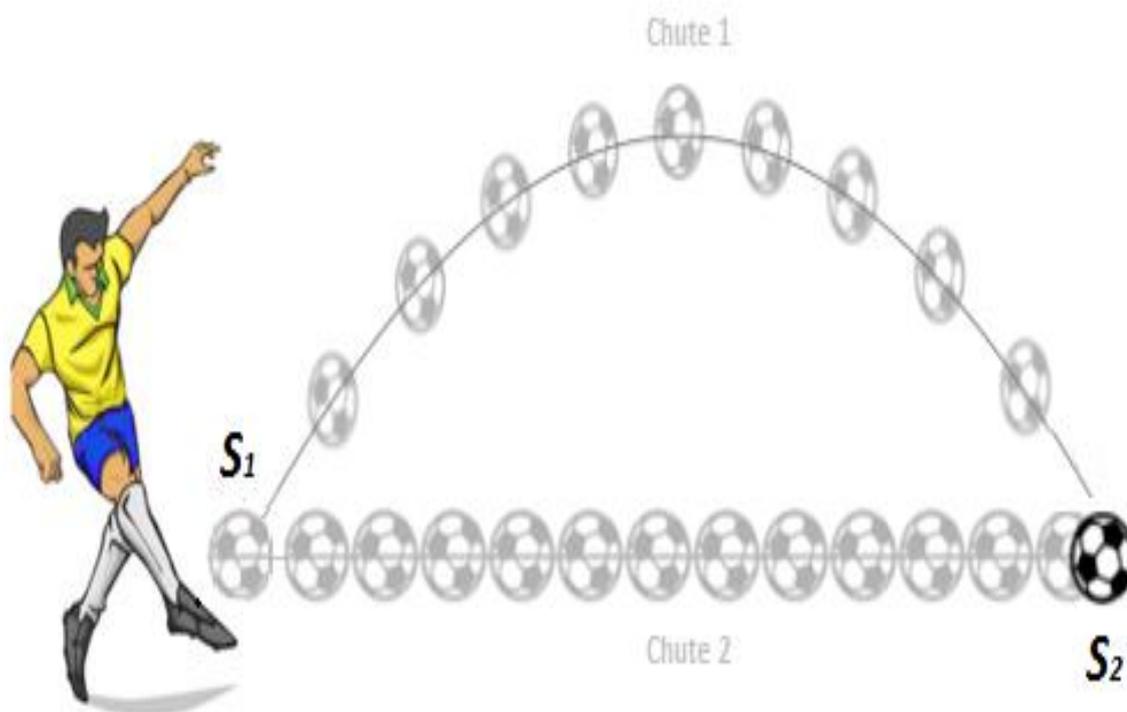
Figura 3: Descrição do intervalo de tempo entre t_1 e t_2 .



Fonte: Acervo do Autor

A Distância percorrida depende do comprimento de toda trajetória descrita pelo ponto material ou corpo extenso. Observe na figura 4 .

Figura 4: Descrição da distância percorrida no chute 1 e no chute 2, onde em ambos chutes o bola a bola inicia o movimento em S_1 e termina em S_2 .



Fonte: Acervo do Autor

Suponha que um corpo partindo do ponto S_1 alcance o ponto S_2 ora pelo caminho do chute 1, agora pelo caminho chute 2. O deslocamento do corpo, em ambos os casos, é ΔS que une as duas posições. Assim, dado um sistema de referência, definimos o deslocamento ΔS como sendo:

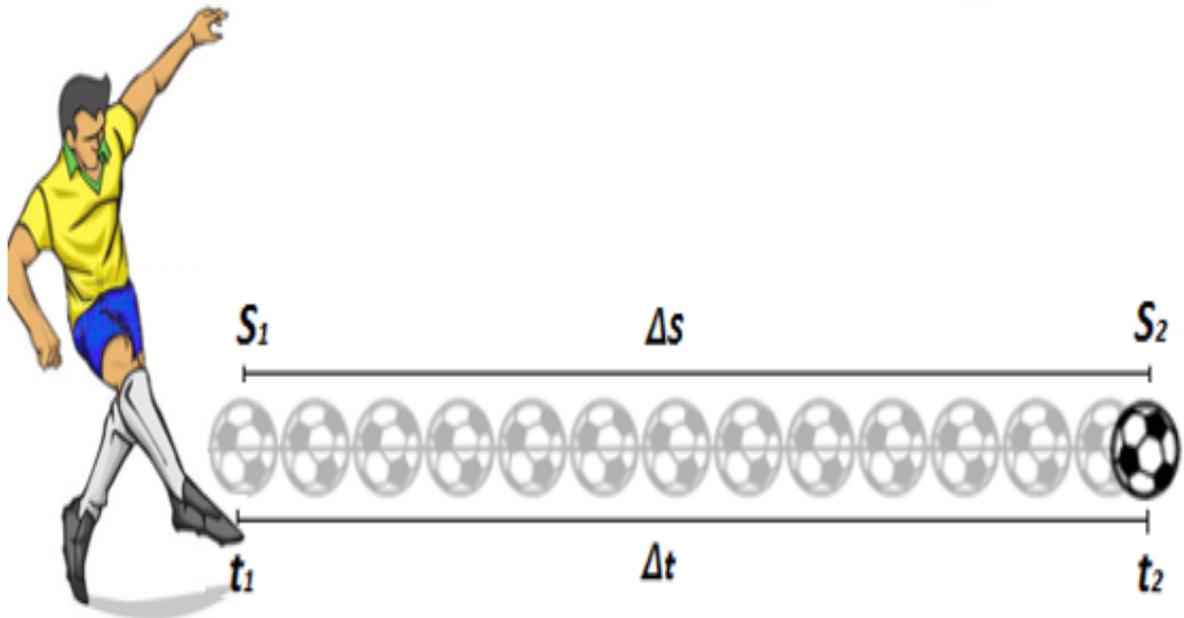
$$\Delta S = S_2 - S_1 \quad \text{eq. 1}$$

Entretanto, as distâncias percorridas dependerão do comprimento de cada uma das trajetórias no chute 1 e no 2.

1.3 Velocidade Escala Média

A velocidade Escalar Média (V_m) é definida a partir do conceito de deslocamento. Ela informa a rapidez com que o ponto material ou corpo extenso se desloca entre duas posições, S_1 e S_2 , determinada pelo quociente da variação da sua posição escalar (ΔS) pelo intervalo de tempo considerado (Δt). A unidade de medida no Sistema Internacional (SI) da V_m é m/s, pois ΔS no SI é metros (m) e Δt segundos (s).

Figura 5: Descrição da bola que se desloca da posição S_1 em um instante de tempo t_1 para a posição S_2 em um instante de tempo t_2 .



Fonte: Acervo do Autor

Matematicamente, a velocidade média (V_m) é escrita conforme a equação abaixo:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} \quad \text{eq. 2}$$

Na linguagem R, podemos escrever a equação da velocidade média utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável.

$$vm <- \text{function}(s1, s2, t1, t2)\{ds <- s2 - s1; dt <- t2 - t1; ds/dt\}$$

1.4 Movimento Retilíneo Uniforme – M.R.U.

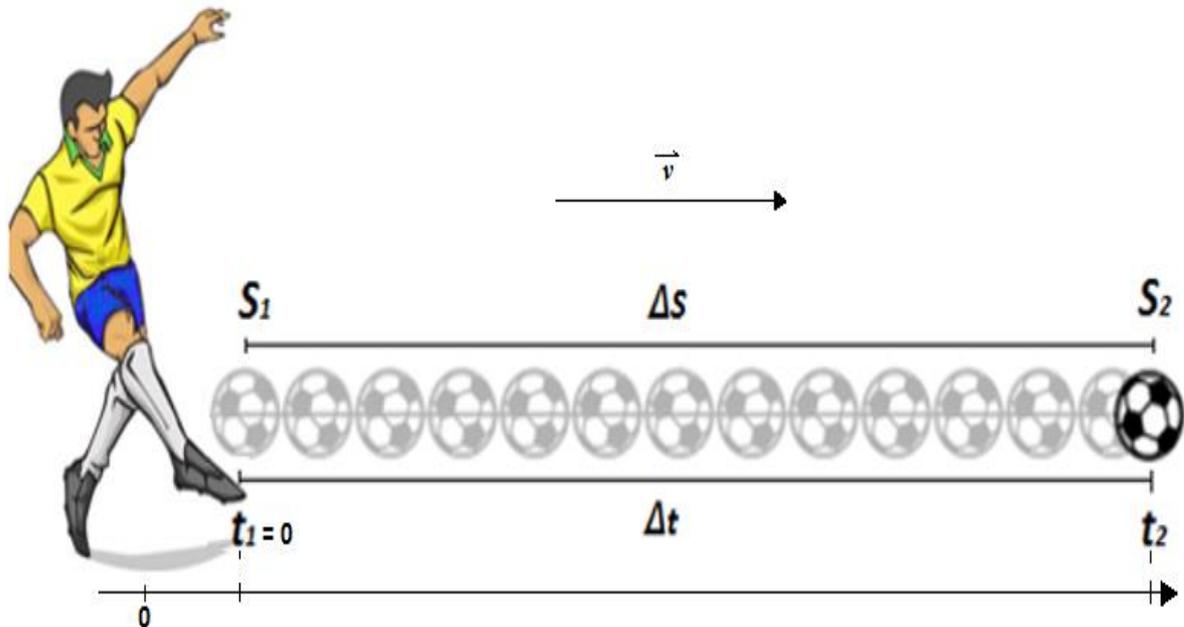
O Movimento Retilíneo Uniforme é o tipo de movimento que ponto material ou corpo extenso desenvolve com velocidade constante, ou seja, sua velocidade é igual em todos os instantes.

1.4.1 Função da posição em relação ao tempo.

Suponha que a bola, figura 6, esteja percorrendo, com velocidade constante, uma trajetória retilínea. Nela, está indicado um eixo coordenado com origem em O que serve de referência para determinar as posições do carro em cada instante de tempo. Ao longo do eixo,

estão indicadas as posições S_1 , que corresponde ao instante de tempo t_1 , e S_2 que corresponde ao instante de tempo t_2 .

Figura 6: Descrição do movimento de uma bola, com velocidade constante, numa trajetória retilínea.



Fonte: Acervo do Autor

O deslocamento, $\Delta s = S_2 - S_1$, durante o intervalo de tempo $\Delta t = t_2 - t_1$, fornece informações, suficientes, para obtenção da equação matemática que representa a posição de um ponto material ou corpo extenso em função do tempo no Movimento Retilíneo Uniforme – M.R.U., lembramos que:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad \Delta S = V \cdot \Delta t$$

Daí, temos:

$$S_2 - S_1 = V \cdot (t_2 - t_1)$$

considerando o $t_1 = 0$ e $t_2 = t$, obtemos:

$$S_2 = S_1 + V \cdot t$$

eq. 3

Na linguagem R, podemos escrever a função da posição em relação ao tempo utilizando o *script* abaixo, em função dos parâmetros $s1$, v e t , que representa, respectivamente, a posição inicial, a velocidade e o tempo.

$$s2 <- \text{function}(s1, v, t)\{s1 + v * t\}$$

Assim, a função, acima, representa a posição do ponto material ou corpo extenso em relação ao tempo no M.R.U.

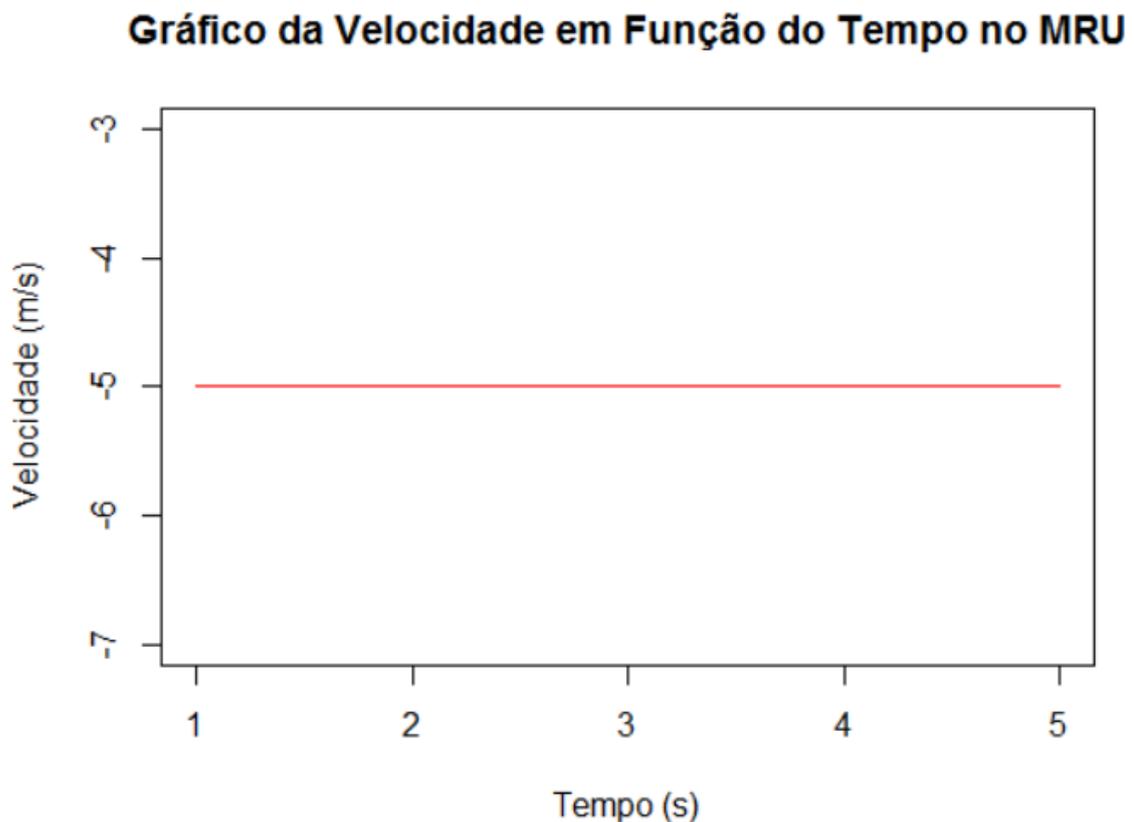
1.4.2 Representação Gráfica da velocidade no Movimento Retilíneo Uniforme

A utilização de gráficos é uma ferramenta essencial para interpretação de dados. Em física. No MRU uma das principais características desse movimento é a velocidade constante e sua representação gráfica pode ser exemplificada através do *script* abaixo.

```
s1 <- -c(0)
s2 <- -c(-5, -10, -15, -20, -25)
t1 <- -c(0)
t2 <- -c(1,2,3,4,5)
tempo <- -c(t2 - t1)
posição <- -c(s2 - s1)
velocidade <- -c(posição/tempo)
plot(tempo, velocidade, type = l, col = red, lwd = 1, xlab =
Tempo (s), ylab = Velocidade (m/s), main =
"Gráfico da Velocidade em Função do Tempo no MRU").
```

Fornecendo o gráfico da figura 7:

Figura 7: Representação gráfica da velocidade no MRU.



Fonte: Acervo do Autor

1.4.3 Representação Gráfica da velocidade no Movimento Retilíneo Uniforme

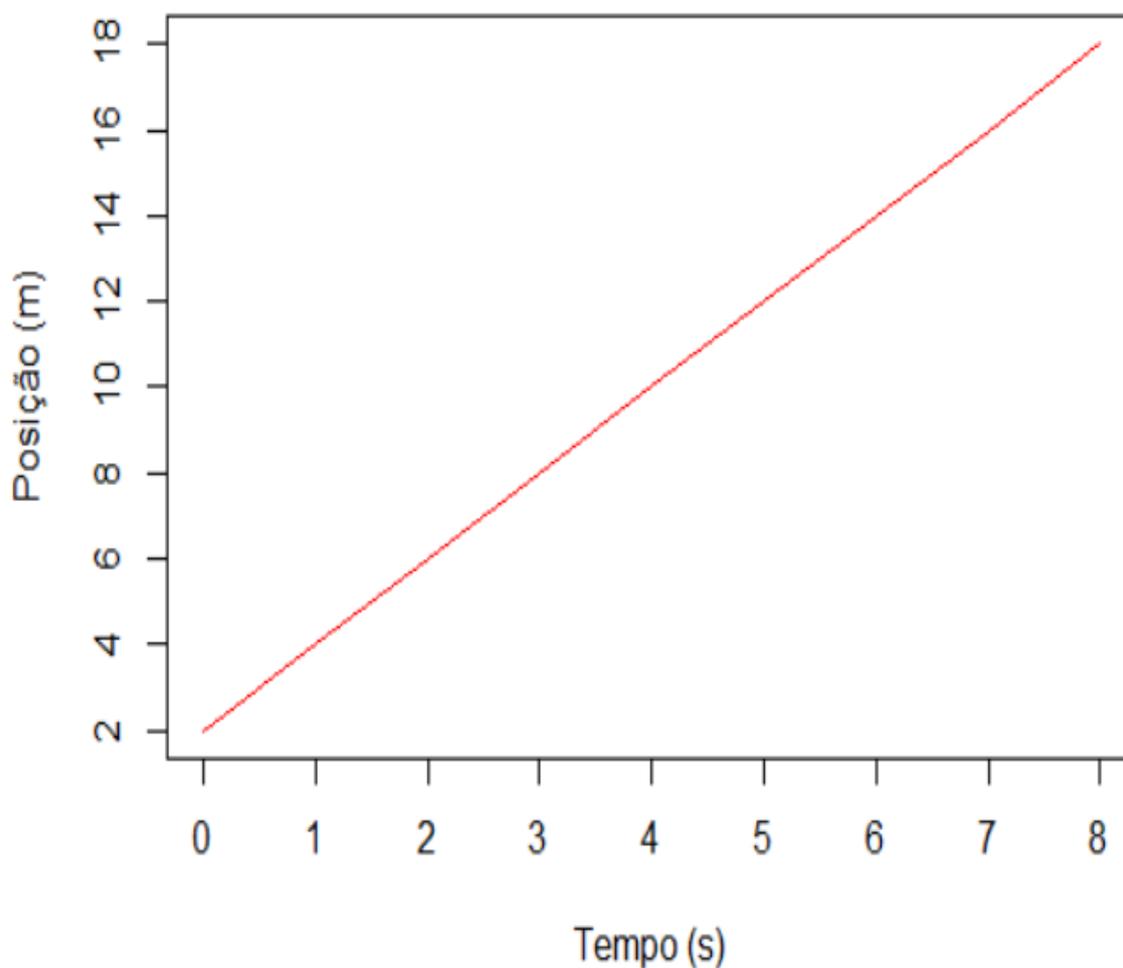
Para obter a representação gráfica da função da posição em relação ao tempo de ponto material ou corpo extenso pode ser exemplificada através do *script* abaixo:

```
tempo <- c(0,1,2,3,4,5,6,7,8)
posição <- -(2 + 2 * tempo)
plot(tempo, posição, type = "l", col = "10", lwd = 1, xlab
= Tempo (s)", ylab
= Posição (m), main
= Gráfico da Posição em Função do Tempo no MRU, yaxp
= c(0,8,8), yaxp = (2,18,8))
```

Onde gera o gráfico representado na figura 8.

Figura 8: Representação gráfica da posição em função do tempo no MRU.

Gráfico da Posição em Função do Tempo no MRU

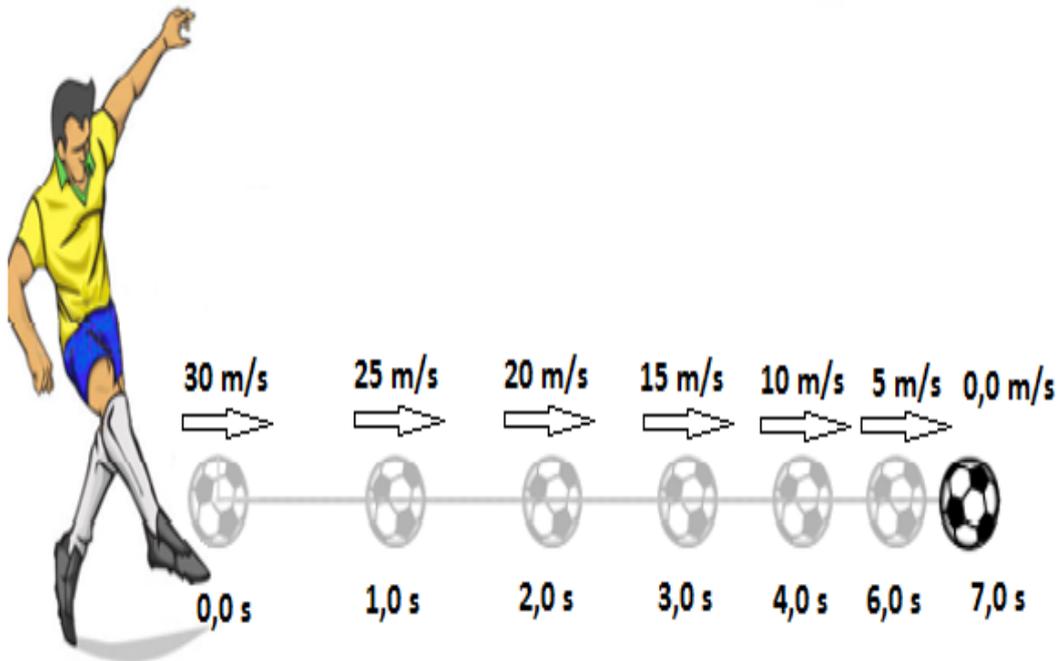


Fonte: Acervo do Autor

1.5 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – M.R.U.V

O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado consiste em um movimento onde há variação de velocidade, ou seja, o móvel sofre aceleração constante em intervalos de tempo iguais, como representado na figura 9.

Figura 9: Representação da variação de velocidade no MRUV.



Fonte: Acervo do Autor

1.5.1 Aceleração Média

A aceleração escalar média de um ponto material ou corpo extenso é obtida pelo quociente entre variação da sua velocidade (Δv) e o intervalo de tempo (Δt). A unidade de medida no Sistema Internacional (SI) da a_m é m/s^2 .

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

eq. 4

Na linguagem R, podemos escrever a equação da aceleração média utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

$$am <- \text{function}(v1, v2, t1, t2)\{dv <- v2 - v1; dt <- t2 - t1; dv/dt\}$$

1.5.2 Classificação dos Movimentos

Classificamos os movimentos em função do comportamento da velocidade e da aceleração escalar quanto aos sinais da velocidade e da aceleração.

Acelerado é quando um móvel anda cada vez mais rápido, ou seja, sua velocidade cresce, em módulo, no passar do tempo. Para que isso aconteça a aceleração deve ter o mesmo sinal da v . Se a velocidade e a aceleração têm o mesmo sinal ($v > 0$ e $a > 0$; ou $v < 0$ e $a < 0$), o movimento é acelerado;

Retardado é quando um móvel anda cada vez mais devagar, ou seja, sua velocidade decresce, em módulo, no passar do tempo. Se a velocidade e a aceleração têm sinais contrários ($v > 0$ e $a < 0$; ou $v < 0$ e $a > 0$), o movimento é retardado.

1.5.3 Representação Gráfica do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

No MRUV uma das principais características desse movimento é a aceleração constante e sua representação gráfica pode ser exemplificada através do *script* abaixo.

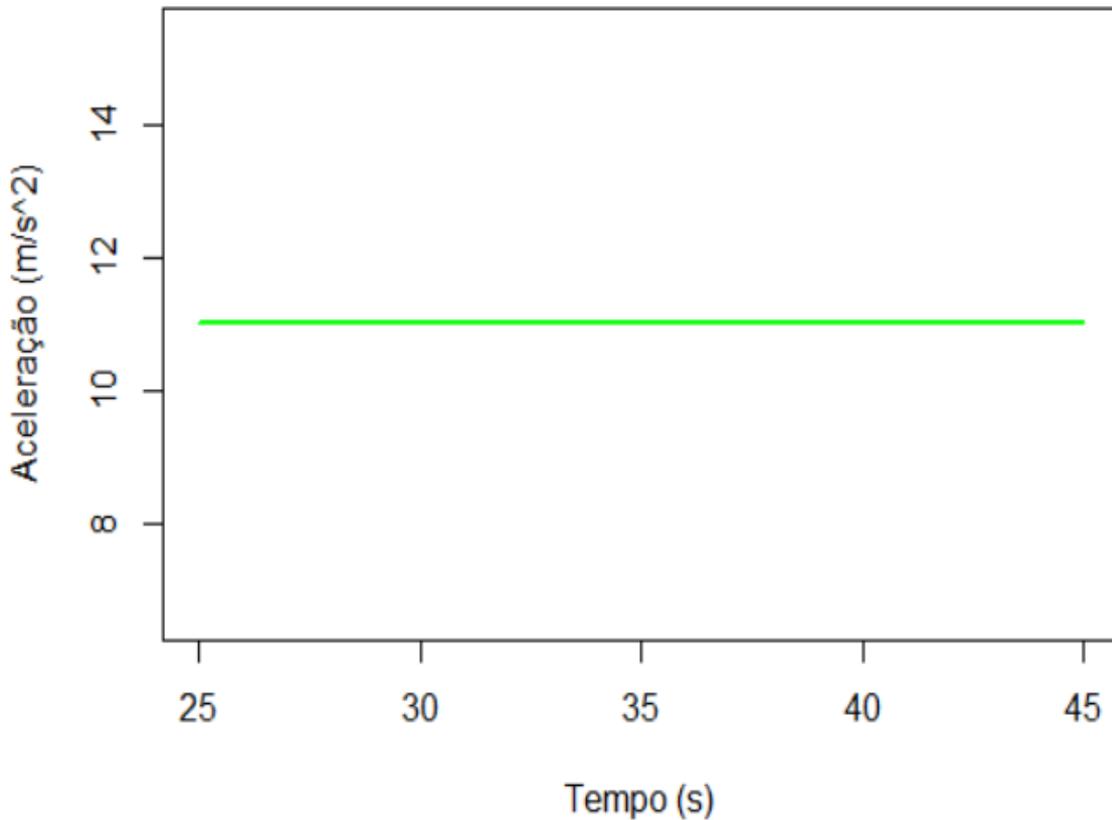
A função da aceleração em relação ao tempo no MRUV pode ser exemplificada através do *script* abaixo.

```
v1 < -c(10)
v2 < -c(65,75,85,95,105)
t1 < -c(0)
t2 < -c(25,30,35,40,45)
tempo < -c(t2 - t1)
velocidade < -c(v2 - v1)
aceleração < -c(dv/dt)
plot(tempo, aceleração, type = "l", col = "red", lwd = 2, xlab
      = "Tempo (s)", ylab = "Aceleração (m/s^2)" main
      = "Gráfico da Aceleração em Função do Tempo no MRUV")
```

Onde gera o gráfico representado na figura 10.

Figura 10: Representação gráfica da aceleração no MRUV.

Gráfico da Aceleração em Função do Tempo no MRUV



Fonte: Acervo do Autor

1.5.4 Função Horária da Velocidade

No M.R.U.V. a velocidade varia no passar do tempo, podemos obter a função da velocidade em função do tempo, no qual a velocidade assume um valor cada instante.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

$$V_2 - V_1 = a \cdot (t_2 - t_1)$$

considerando o $t_1 = 0$ e $t_2 = t$, temos:

$$V_2 = V_1 + a \cdot t$$

eq. 5

Na linguagem R, podemos escrever a função da velocidade em relação ao tempo utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

1.5.5 Representação Gráfica da Função horária da velocidade em função do tempo no M.R.U.V

$$v_2 < -function(v_1, a, t)\{v_1 + a * t\}$$

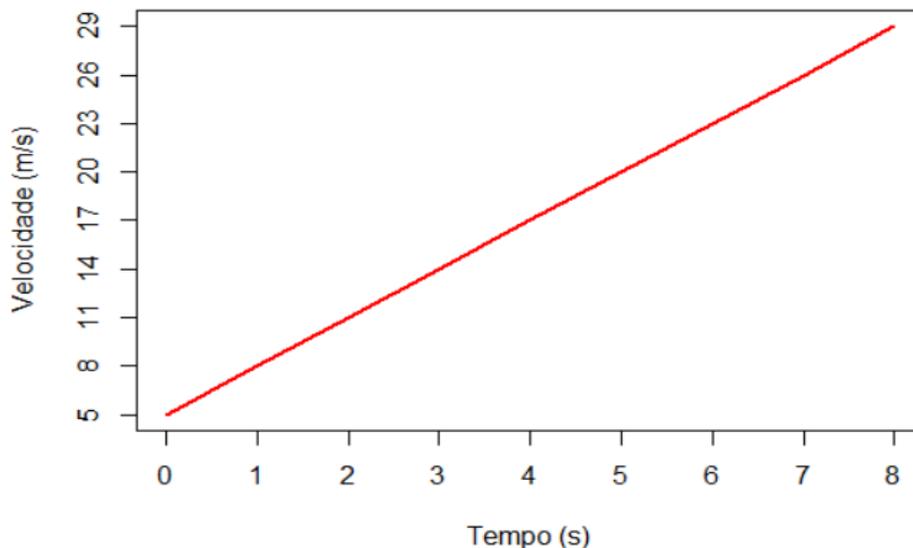
A função da velocidade em relação ao tempo no MRUV pode ser exemplificada, graficamente, através do *script* abaixo:

```
tempo < -c(0,1,2,3,4,5,6,7,8)
velocidade < -(5 + 3 * tempo)
plot(tempo, velocidade, type = "l", col = "6", lwd = 2, xlab
      = "Tempo (s)", ylab = "Velocidade (m/s)", main
      = "Gráfico da Velocidade em Função do Tempo no MRUV", xaxp
      = c(0,8,8), yaxp = c(5,29,8))
```

Onde gera o gráfico descrito na figura 11.

Figura 11: Representação gráfica da velocidade no MRU.

Gráfico da Velocidade em Função do Tempo no MRUV



Fonte: Acervo do Autor

1.5.6 Função horária da Posição em Função do tempo no M.R.U.V

A posição para um móvel em MRUV não é tão simples de descobrir como em um MRU, afinal o móvel pode percorrer distâncias cada vez maiores ou menores, dependendo do tipo de movimento que tem. Para se ter uma precisão, a função horária da posição serve como uma ferramenta para determinar a posição do móvel em qualquer instante de tempo de seu movimento.

$$S_2 = S_1 + V_1 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

eq. 6

Na linguagem R, podemos escrever a função da posição em relação ao tempo utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

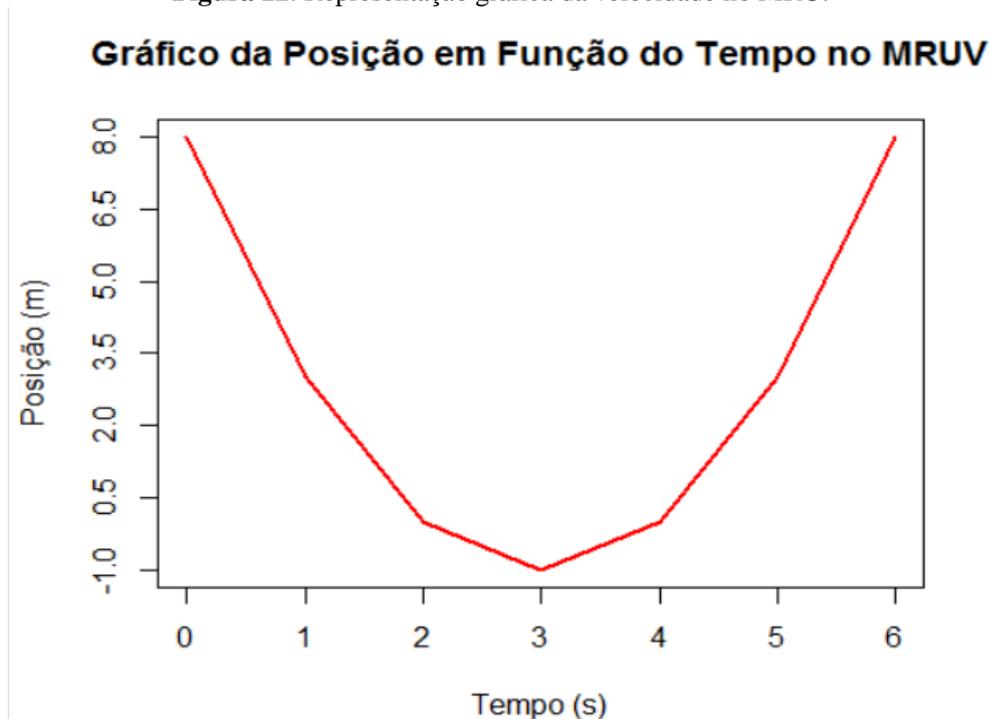
```
s2 <- function(s1, v1, a, t){s1 + v1 * t + 1/2 * a * t^2}
```

A função da posição em relação ao tempo no MRUV pode ser exemplificada, graficamente, através do *script* abaixo.

```
tempo <- c(0,1,2,3,4,5,6)
posição <- -(tempo^2 - 6 * tempo + 8)
plot(tempo, posição, type = "l", col = "red", lwd = 2, xlab
= Tempo (s), ylab
= Posição (m), main
= Gráfico da Posição em Função do Tempo no MRUV, xaxp
= c(0,6,6), yaxp = c(-1,8,6))
```

Onde originará o gráfico descrito na figura 12.

Figura 12: Representação gráfica da velocidade no MRU.



Fonte: Acervo do Autor

1.6 Equação de Torricelli

É uma equação que nos dá liberdade de poder descobrir a velocidade do móvel em função da distância que ele percorre, ou seja, sem a necessidade de conhecer o intervalo de tempo na distância percorrida.

$$V_2^2 = V_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

eq. 7

Na linguagem R, podemos escrever a Equação de Torricelli utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

```
v2 < -function(v1, a, ds){sqrt(v1^2 + 2 * a * ds)}
```

O objetivo da resolução dos exercícios através de *scripts* utilizando linguagem R é transmitir uma forma não convencional de resolução de exercícios, com aplicabilidade no desenvolvimento de novas TIC's.

Os exercícios trazem os *scripts* que geram a resposta correta

EXERCÍCIOS

01. (Unitau-SP) - Um móvel parte do km 50, indo até o km 60, onde, mudando o sentido do movimento, vai até o km 32. O deslocamento escalar e a distância efetivamente percorrida são, respectivamente:

a) 28 km e 28 km b) 18 km e 38 km c) -18 km e 38 km d) -18 km e 18 km e) 38 km e 18 km

$$s1 < -50$$

$$s2 < -32$$

$$\text{Deslocamento} < -s2 - s1$$

$$s1 < -50$$

$$s2 < -60$$

$$s3 < -32$$

$$ds1 < -(s2 - s1)$$

$$ds2 < -(s3 - s2)$$

$$\text{DistânciaPercorrida} < -(ds1 - ds2)$$

02 Numa corrida de carros, suponha que o vencedor gastou 1 h e 30 min para completar o circuito, desenvolvendo uma velocidade média de 240 km/h. Qual a distância percorrida pelo vencedor?

$$ds < -function(vm, dt)\{vm * dt\}$$

$$dt < -1.5$$

$$vm < -240$$

03. (UFPA) Maria saiu de Mosqueiro às 6 horas e 30 minutos, de um ponto da estrada onde o marco quilométrico indicava km 60. Ela chegou a Belém às 7 horas e 15 minutos, onde o marco quilométrico da estrada indicava km 0. A velocidade média, em quilômetros por hora, do carro de Maria, em sua viagem de Mosqueiro até Belém, foi de:

a) 45 b) 55 c) 60 d) 80 e) 120

$$vm < -function(s1, s2, t1, t2)\{ds < -s2 - s1; dt < -t2 - t1; ds/dt\}$$

$$s1 < -60$$

$$s2 < -0$$

$$t1 < -6.5$$

$$t2 < -7.25$$

04. Para passar uma ponte de 50m de comprimento, um trem de 200m, a 72 km/h, leva:

- a) 0,3 s b) 1,5 s c) 11,0 s d) 12,5 s e) 10 s

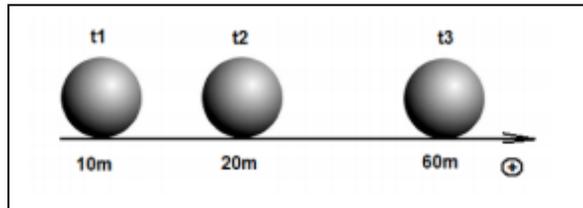
$$dt < -function(vm, ds)\{ds/vm\}$$

$$vm < -20$$

$$ds < -250$$

05. Na fotografia estroboscópica de um movimento retilíneo uniforme descrito por uma partícula, foram destacadas três posições, nos respectivos instantes t1, t2 e t3. Se t1 é 8 s e t3 é 28 s, então t2 é:

- a) 4 s
b) 10 s
c) 12 s
d) 15 s
e) 24 s



1º passo: calcular a velocidade:

$$vm < -function(s1, s3, t1, t3)\{ds < -s3 - s1; dt < -t3 - t1; ds/dt\}$$

$$s1 < -10$$

$$s3 < -60$$

$$t1 < -8$$

$$t3 < -28$$

2º passo: calcular a velocidade:

$$t2 < -function(vm, s1, s2, t1)\{ds < -s2 - s1; \left(\frac{ds}{vm}\right) + t1\}$$

$$s1 < -10$$

$$s2 < -20$$

$$t1 < -8$$

$$vm < -2.5$$

06. (Unimep-SP) Uma partícula parte do repouso e em 5 segundos percorre 100 metros. Considerando o movimento retilíneo e uniformemente variado, podemos afirmar que a aceleração da partícula é de:

- a) 8 m/s^2 b) 4 m/s^2 c) 20 m/s^2 d) $4,5 \text{ m/s}^2$ e) NDA

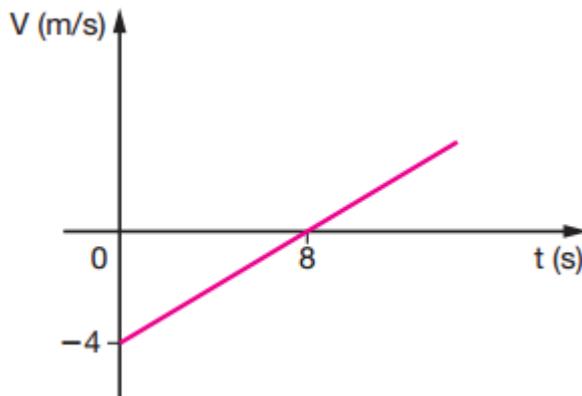
$$a = \frac{2(ds - v_1 \cdot dt)}{dt^2}$$

$$ds = 100$$

$$dt = 5$$

$$v_1 = 0$$

07. (UEL-PR) O gráfico representa a velocidade escalar de um corpo, em função do tempo.



De acordo com o gráfico, o módulo da aceleração desse corpo, em metros por segundo ao quadrado, é igual a:

- a) 0,50 b) 4,0 c) 8,0 d) 12,0 e) 16,0

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$v_1 = -4$$

$$v_2 = 0$$

$$t_1 = 0$$

$$t_2 = 8$$

Este enunciado refere-se às questões 08 e 09. Um automóvel descreve uma trajetória retilínea e a sua posição s , em cada instante de tempo, é dada por: $s = t^2 - 8t + 15$, onde s é dado em metros e t em segundos.

08. O automóvel cruzará a origem dos espaços nos instantes:

- a) 2 e 3 s b) 3 e 5 s c) 4 e 1 s d) 8 e 10 s e) 0 e 2 s

```

t < -function(a, v, s){
delta < -v^2 - 2 * a * s
if(delta < 0){
cat("raizes complexas")
}else{
tempo1 < -(-v - sqrt(delta))/(a)
tempo2 < -(-v + sqrt(delta))/(a)
cat("os tempos são", tempo1, "e", tempo2)
}
}
    
```

09. A velocidade do automóvel se anulará no instante de tempo:

- a) 4 s b) 5 s c) 8s d) 3 s e) 0 s

```

t < -function(a, v1, v2) { (v2 - v1) / a }
v1 < - - 8
v2 < - 0
a < - 2
    
```

10. (Uneb-BA) Uma partícula, inicialmente a 2 m/s, é acelerada uniformemente e, após percorrer 8 m, alcança a velocidade de 6 m/s. Nessas condições, sua aceleração, em metros por segundo ao quadrado, é:

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

```

a < -function(ds, v1, v2) { (v2^2 - v1^2) / (2 * ds) }
v1 < - 2
v2 < - 6
ds < - 8
    
```

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo apresentaremos os dados coletados com a aplicação do Pré-teste (apêndice C), pós-teste (apêndice F), referente aos conhecimentos de conceitos básicos da Cinemática, e os dados referentes ao grau de satisfação quanto a utilização dos recursos didáticos (apêndice D) e a utilização do *Software RStudio* (apêndice E).

Conforme relatado, a pesquisa iniciou com a aplicação do Pré-teste, obedecendo a cronologia da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel para serem averiguados os conhecimentos prévios e finalizou análise dos resultados obtidos, para observarmos quantitativamente se houve AS, em uma turma de 1º Ano do Ensino Médio que tem matriculado 51 alunos, mas dos matriculados apenas 69% alunos frequentam as aulas de Física. Na data da aplicação do Pré-teste fizeram-se presentes 43% alunos matriculados que foram orientados quanto a pesquisa (apêndice B), onde se comprometeram a colaborar com o desenvolvimento das práticas pedagógica, porém, no Pós-teste compareceram 35% dos alunos matriculados.

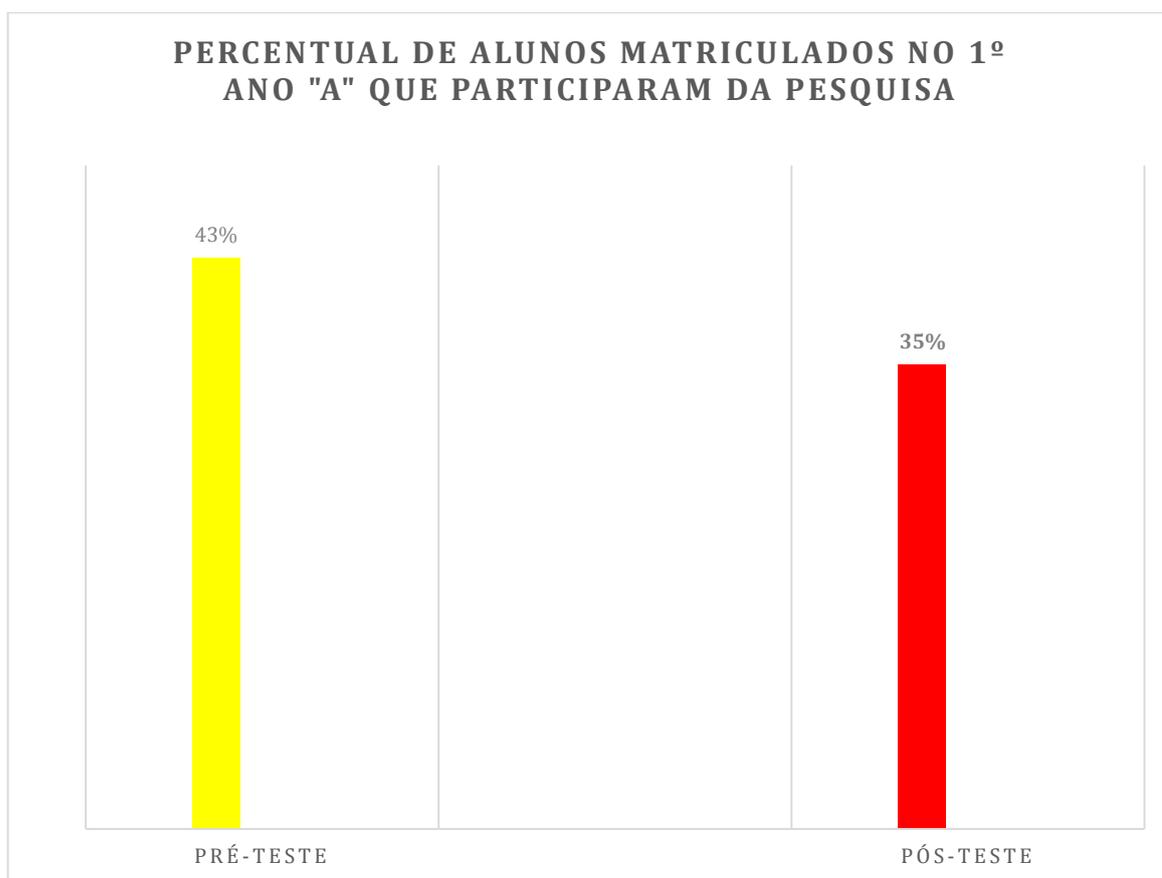


Gráfico 1: Percentual de alunos que responderam o Pré-teste e o Pós-teste.

Dos alunos que participaram da pesquisa um percentual optou em não responder o questionário, no Pré-teste esse percentual foi de 18% no Pós-teste foi de 22%.

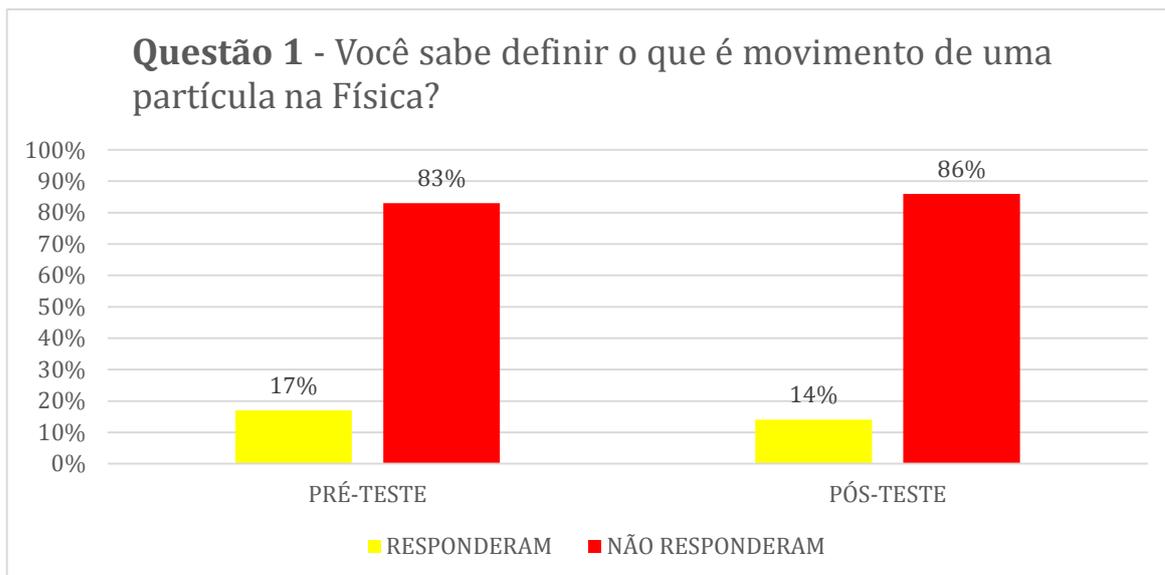


Gráfico 2: Percentual de respostas da questão 1.

No gráfico 2, revela os conhecimentos dos alunos quanto a definição de movimento conforme os conceitos de Física, no Pré-teste 17% dos alunos responderam corretamente e 83% não responderam correto a primeira questão.

Observamos que após a aplicação do MPS, averiguou-se, com o Pós-teste, que 14% dos alunos passaram a definir o conceito de movimento e 86% optaram em não definir o que é movimento de acordo com a Cinemática.

Analisando o gráfico 2, observa-se que que houve uma redução 03% entre o Pré-teste e o Pós-teste dos alunos que passaram a definir o conceito de movimento de uma partícula, todavia, ressalta-se que o percentual de 14% respondeu corretamente o conceito de movimento no Pós-teste e os 17%, do Pré-teste, responderam a questão 1, totalmente, errada.

A questão 2, busca averiguar os conhecimentos relevantes ao que aluno define como posição na Física.

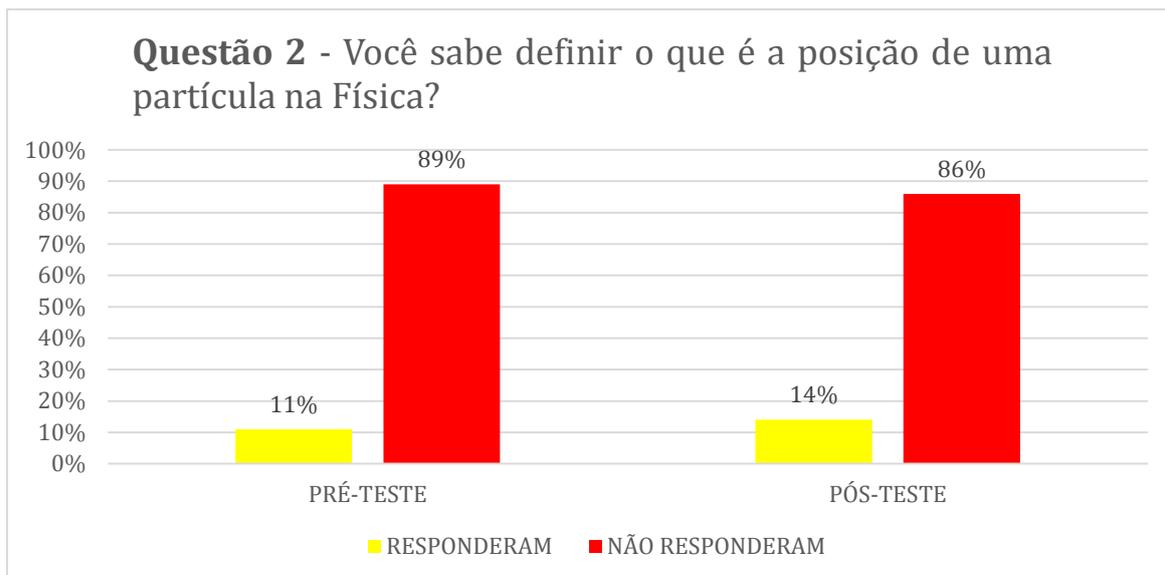


Gráfico 3: Percentual de respostas da questão 2.

Analisando os dados fornecidos pelo gráfico 3, observamos que os alunos entrevistados no Pré-teste não tinham conhecimentos prévios referentes ao conceito que a questão 2 abrange, pois 11% dos alunos responderam corretamente, mas de forma errada e 89% não responderam corretamente a questão.

Após o desenvolvimento do MPS, 14% dos alunos definiram corretamente, conforme os conceitos da Física, o que é a posição de uma de partícula e 86% não responderam corretamente a questão 2.

Podemos observar, que além do aumento de alunos que responderam corretamente a segunda questão, passaram a entender o conceito físico de posição.

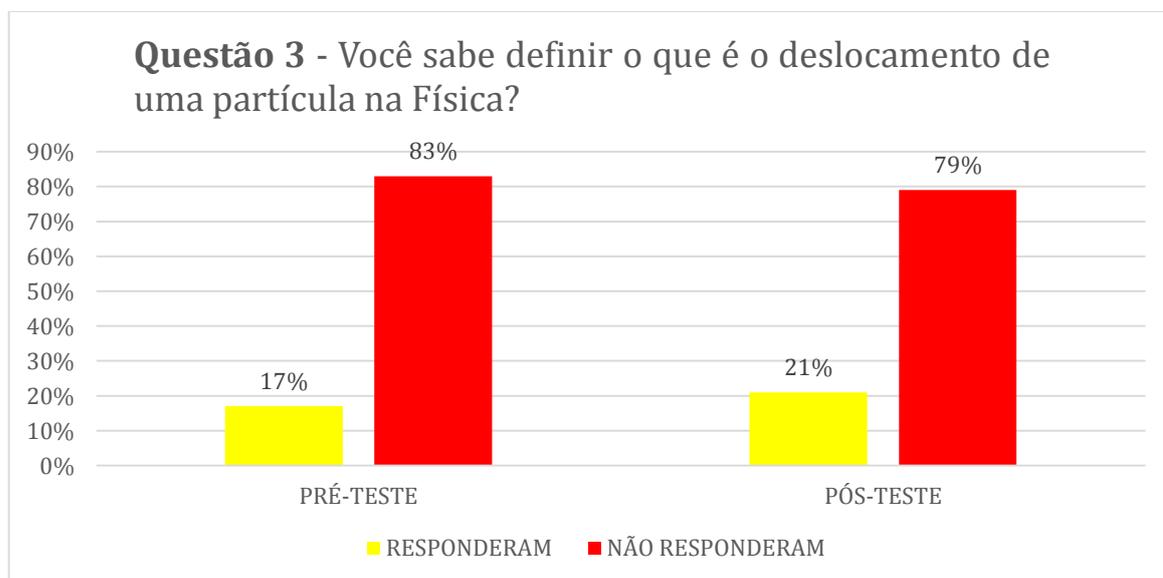


Gráfico 4: Percentual de respostas referente a questão 3

Considerando que o conceito de posição estar ligado ao conceito de deslocamento observa-se que antes da aplicação do Material Potencialmente Significativo 17% dos alunos, conforme os seus conhecimentos prévios, responderam a questão 3, mas incorretamente. Já 83% dos alunos não tinham conhecimentos prévios relevantes a questão 3 e, portanto, não responderam.

Após a aplicação do MPS o percentual passou para 21% dos alunos que tinham conhecimentos relativos a definição do que é fisicamente deslocamento, mas 79% ainda não sentiram segurança em definir a pergunta da questão 3.

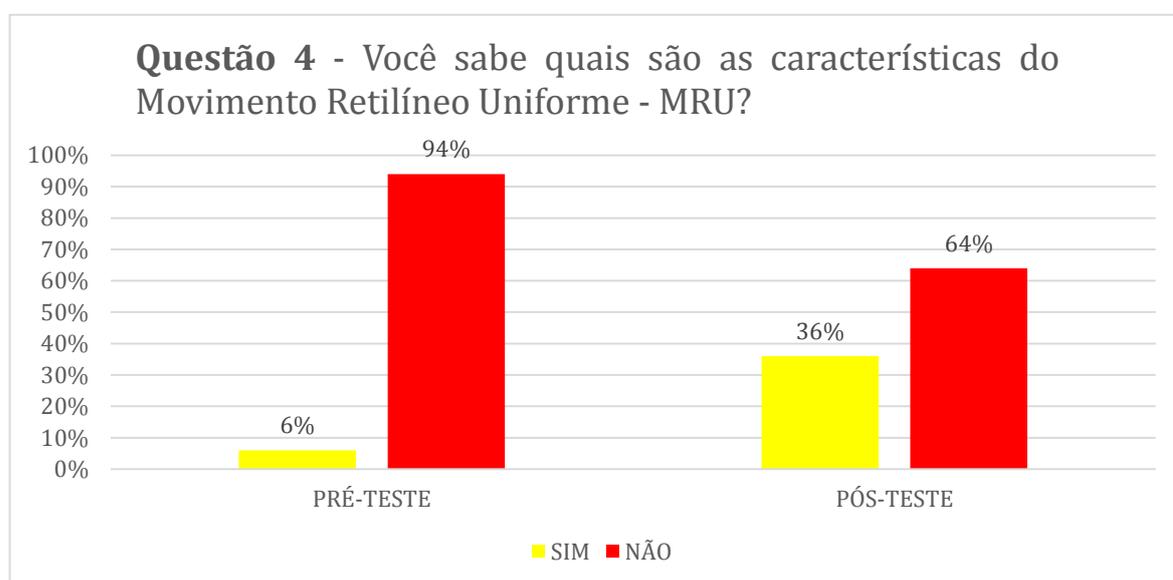


Gráfico 5: Percentual de respostas da questão 4.

Analisando os dados fornecidos no gráfico 5, mostram que antes da aplicação do MPS, apenas 6% dos alunos afirmaram conhecer as características do MRU e 94% responderam não que não sabiam das características dos MRU.

Observamos que após a aplicação do MPS 36% dos alunos passaram a ter noções sobre as características do MRU e 64% responderam que não conheciam essas características.

Observamos um aumento de 30% do total de alunos passaram a demonstrar indícios de conhecerem as características do MRU.

Demonstrado que houve a predisposição dos alunos em assimilar as características do MRU, servindo como conhecimentos prévios para conteúdo que venha trabalhar com esse tipo de movimento.

O próximo gráfico mensura como os alunos associam as características do MRU na representação gráfica da velocidade em função do tempo.

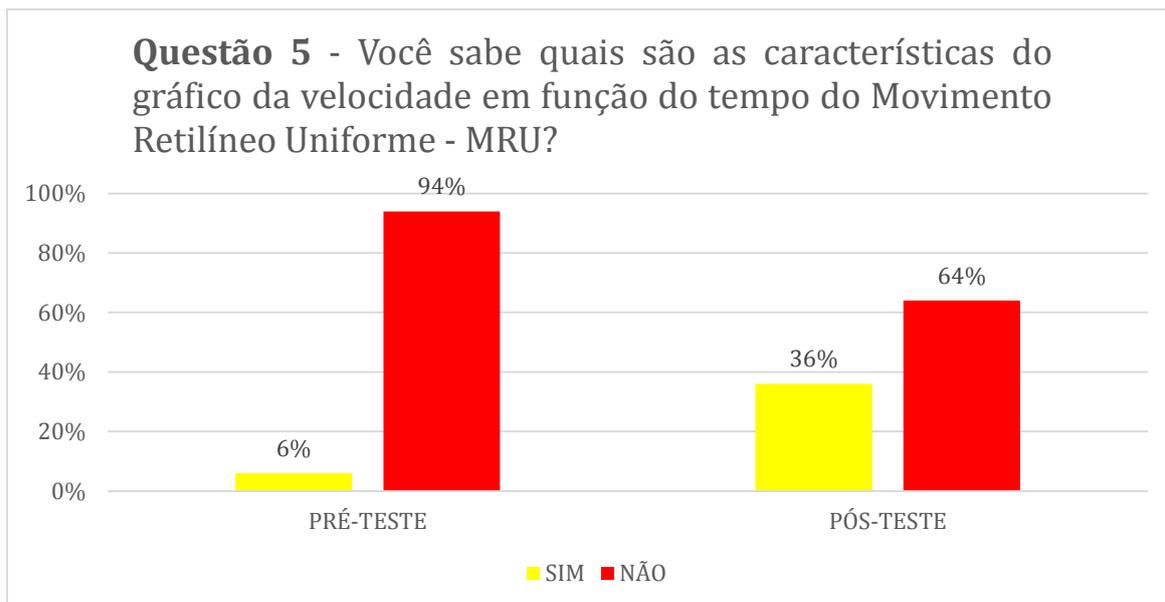


Gráfico 6: Percentual de respostas da questão 5.

Analisando o gráfico 6, mostra que antes da aplicação do MPS, apenas 6% dos alunos afirmaram conhecer as características do gráfico do MRU e 94% responderam não que não sabiam das características do gráfico do MRU.

Observamos que após a aplicação do MPS 36% dos alunos passaram a ter noções sobre as características do MRU e 64% responderam que não conheciam essas características.

Observamos que ocorreu a mesma variação da questão 5, um aumento de 30% do total de alunos passou a conhecer as características do gráfico do MRU.

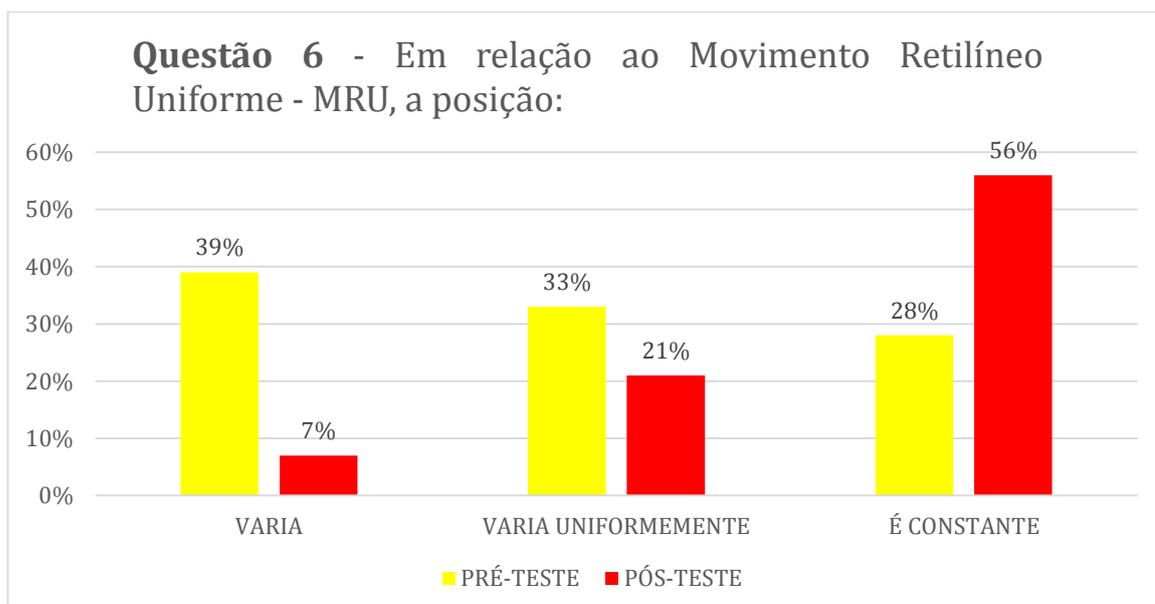


Gráfico 7: Percentual de respostas da questão 6.

Esta questão foi elaborada com o objetivo de, primeiramente observar se o aluno tinha conhecimentos prévios em relação ao espaço no MRU e, posteriormente observar se após a aplicação do MPS esse conceito ficaria claro na EC do aluno.

Analisando o gráfico 7, mostra que antes da aplicação do MPS, 33% dos alunos afirmaram corretamente a questão 6 e 67% responderam incorretamente.

Após a aplicação do MPS 21% dos alunos responderam corretamente e 79% responderam incorretamente.

Observamos que ocorreu a mesma variação da questão 5, uma diminuição de 12% do total de alunos que afirmaram corretamente o comportamento da variação da posição no MRU. O fator que pode ter levado a essa diminuição foi o embaraço na EC do aluno, devido a abordagem enfática da velocidade no MRU, já que após a aplicação do MPS, 56% dos alunos responderam que a posição é constante no MRU.

O gráfico 8, fornece dados estatísticos de como os alunos associam as características gráfica do espaço em função do tempo no MRU.

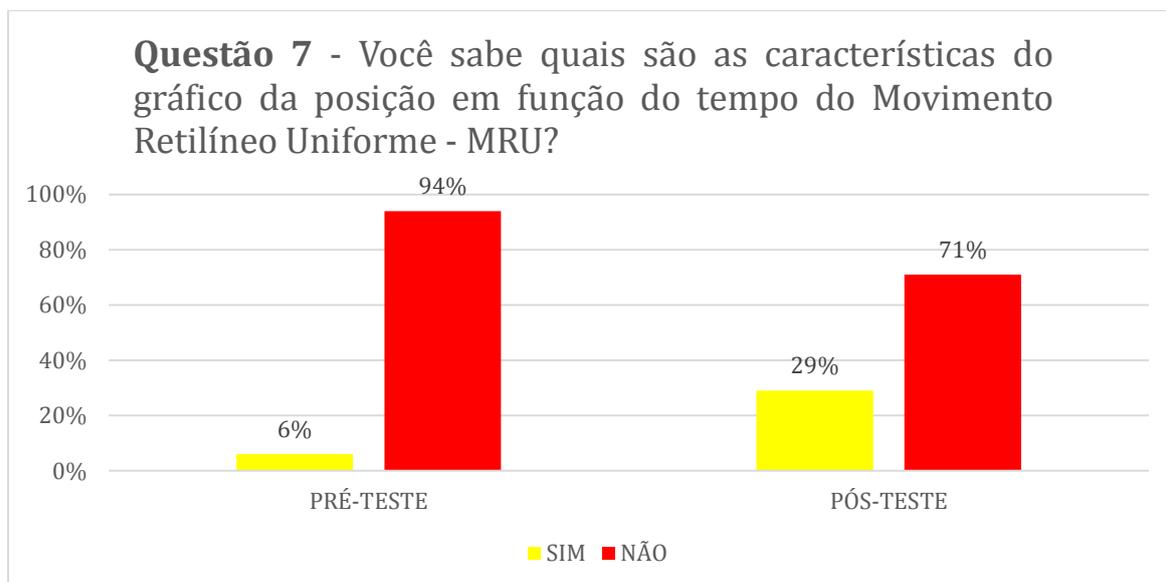


Gráfico 8: Percentual de respostas da questão 7.

Analisando o gráfico 8, mostra que antes da aplicação do MPS, apenas 6% dos alunos afirmaram conhecer as características do gráfico do MRU e 94% responderam não que não sabiam das características do gráfico do MRU.

Observamos que após a aplicação do MPS 29% dos alunos passaram a ter noções sobre as características do MRU e 71% responderam que não conheciam essas características.

Observamos que ocorreu um aumento de 23% do total de alunos que passou a conhecer as características do gráfico do MRU.

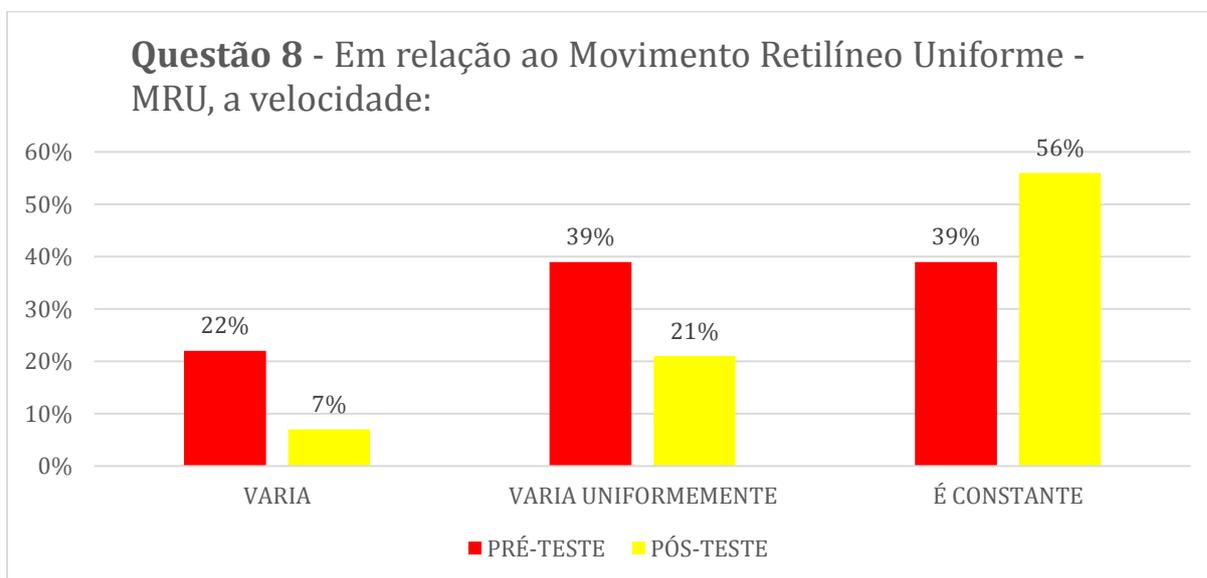


Gráfico 9: Percentual de respostas da questão 8.

O gráfico 9, demonstra os conhecimentos prévios constante na EC dos alunos em relação ao comportamento da velocidade no MRU e observamos que em relação a resposta correta houve, no pós-teste, um acerto de 56% dos alunos, que teoricamente, assimilaram o conceito do comportamento da velocidade no MRU e, conseqüentemente, demonstraram indícios de uma aprendizagem significativa.

Observamos que a aprendizagem significativa se concretizou pela predisposição dos alunos e pela aplicação do MPS, já que houve um aumento de 17% dos, em relação ao pré-teste, que demonstraram indícios que adquiriram na EC o conceito do comportamento da velocidade no MRU.

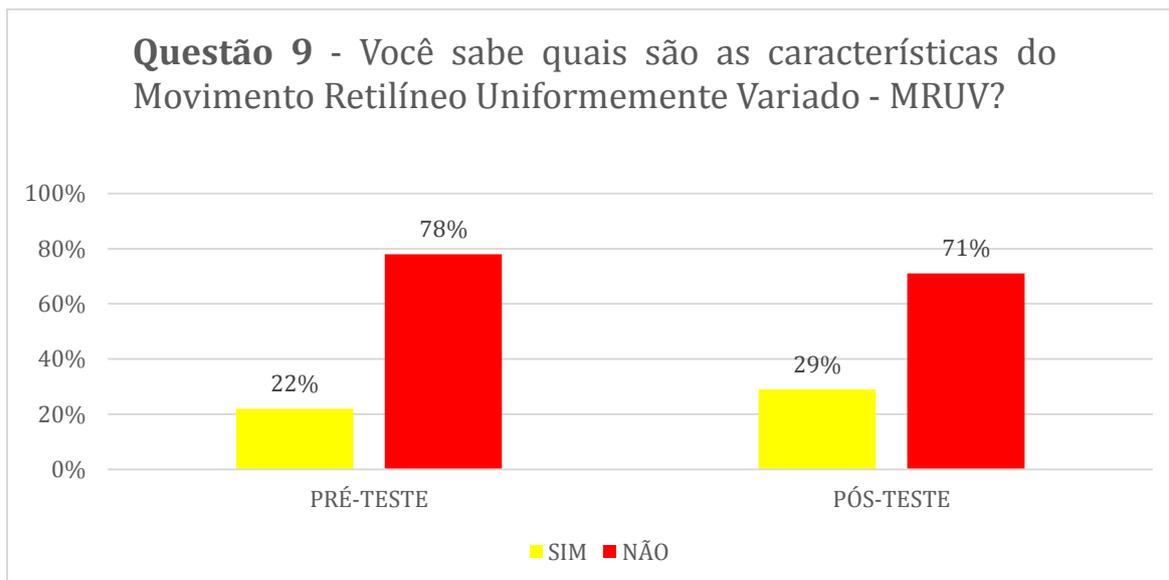


Gráfico 10: Percentual de respostas da questão 9.

O gráfico 10, fornece dados em relação ao conhecimento prévio dos alunos referente ao MRUV e mostra também dados se houve a ocorrência da aprendizagem significativa. Observamos que, 22% dos responderam que conheciam as características do MRUV e 78% responderam não conhecer essas características.

Notamos que após a aplicação do MPS, o percentual de alunos que demonstraram indícios de ter formado um novo conceito do MRUV subiu para 29%.

O gráfico 11, fornece dados estatísticos de como os alunos associam as características gráfica da aceleração em função do tempo no MRUV.

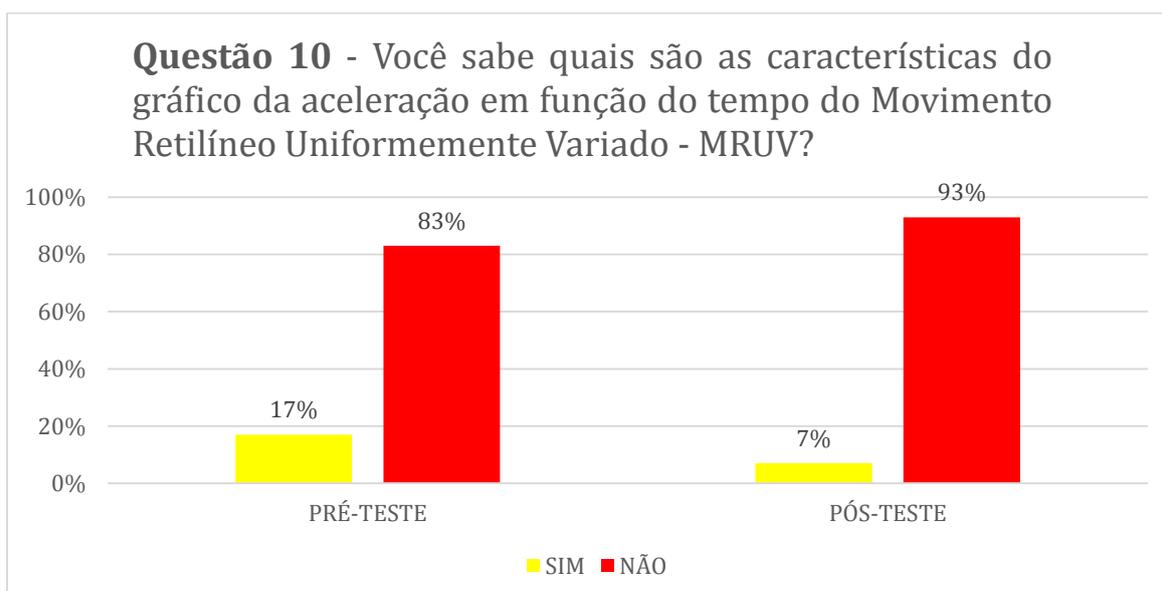


Gráfico 11: Percentual de respostas da questão 10.

O gráfico 11, mostra que, no Pré-teste, 17% dos alunos afirmaram ter conhecimento prévio da representação gráfica da aceleração em função do tempo no MRUV e após a aplicação do MPS o percentual de alunos reduziu pra 7% que tinha formado um conceito na EC.

Observamos que, não houve predisposição de 93% dos alunos em adquirir o conceito mensurado no gráfico 11. Faz-se necessário, então, organizadores prévios para aplicação desse conceito. Lembrando que a aceleração no MRUV é constante e sua representação gráfica é uma reta paralela ao eixo das abscissas, representada pela variável de tempo.

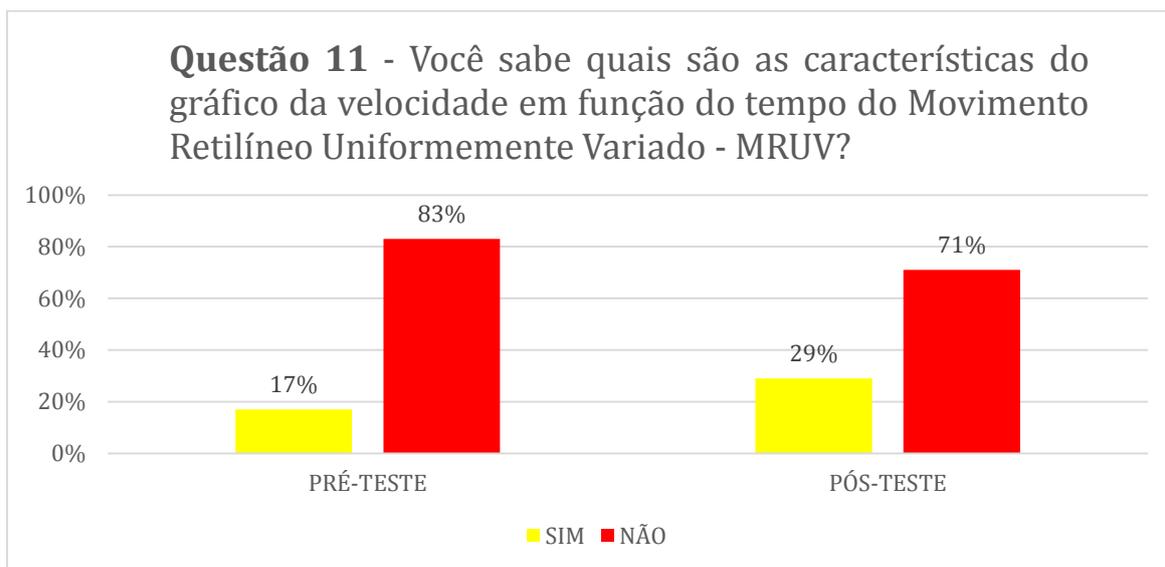


Gráfico 12: Percentual de respostas da questão 11.

O gráfico 12, mostra que, no Pré-teste, 17% dos alunos afirmaram ter conhecimento prévio da representação gráfica da velocidade em função do tempo no MRUV e após a aplicação do MPS o percentual de alunos aumentou para 29% que tinha formado um conceito na EC.

O gráfico 13, fornece dados estatísticos de como os alunos associam as características gráfica da posição em função do tempo no MRUV, lembrando que a função da posição em função do tempo é uma função do 2º grau e a representação gráfica é uma parábola.

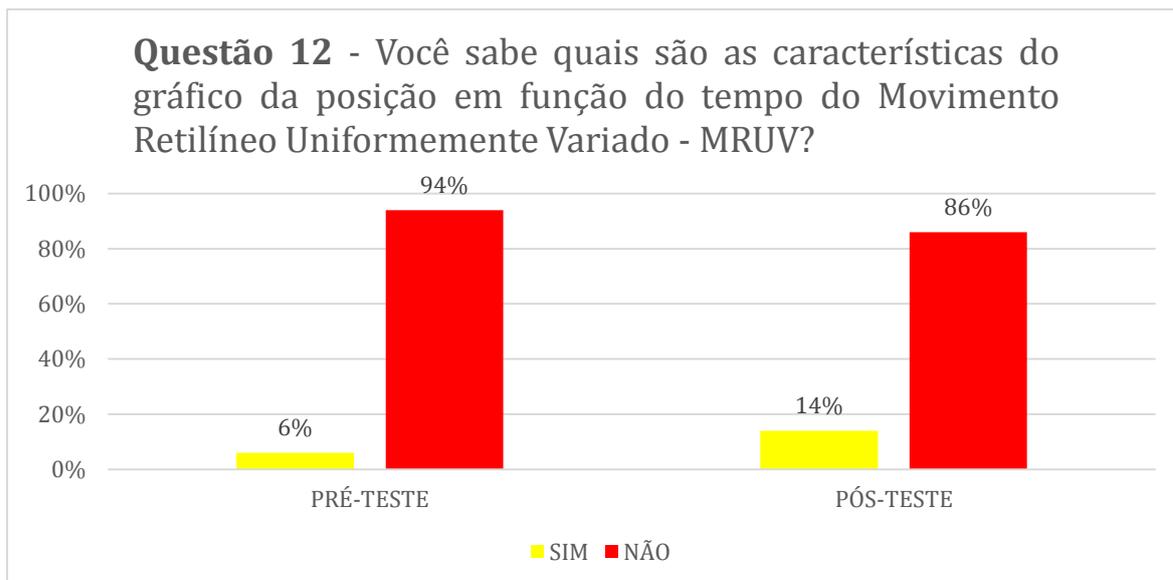


Gráfico 13: Percentual de respostas da questão 12.

O gráfico 13, nos mostra 6% dos alunos afirmavam ter conhecimento prévio das características da representação gráfica da posição em função do tempo no MRUV e 94% dos alunos afirmaram não ter nenhum conhecimento prévio da representação gráfica da posição em função do tempo.

Observamos que após a aplicação do MPS, 14% dos alunos passaram a conhecer as características da representação gráfica da posição em função tempo no MRUV e 86% responderam ainda não conhecer essas características.

A aplicação do apêndice D são forneceram dados qualitativas que revelam fatores importantes para observarmos a contribuição dos recursos didáticos utilizados na aplicação do MPS na motivação da predisposição dos alunos em buscarem a aprendizagem significativa. Levando em consideração o relato dos alunos e dos dados estatísticos, observamos que o objetivo foi alcançado, quanto a motivação do aluno em se predispor em buscar a aprendizagem significativa.

O gráfico 14, apresenta o percentual de alunos que foram entrevistados quanto ao grau de satisfação referente à eficácia da metodologia empregada no desenvolvimento do MPS.

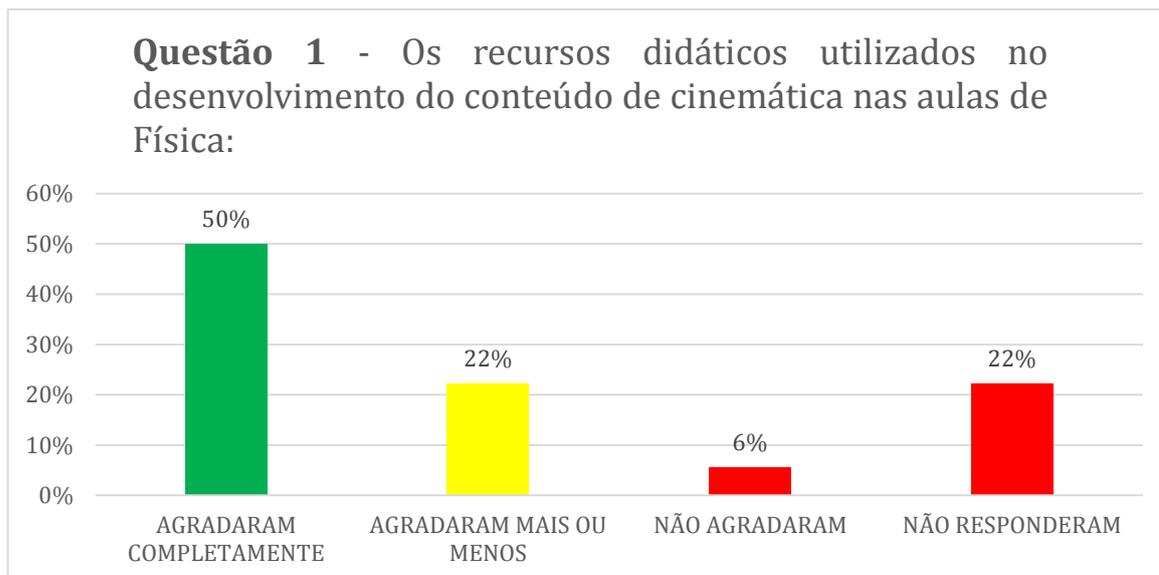


Gráfico 14: Percentual de respostas do questionário de satisfação em relação aos recursos didáticos utilizados.

No gráfico 14, apresentamos o percentual de respostas do questionário de satisfação respondidas pelos alunos. Nota-se no gráfico 14, que 72% dos alunos entrevistados, ficaram satisfeitos com os recursos utilizados na prática pedagógica.

A seguir apresentamos algumas justificativas dos alunos:

“Com essa revisão sobre o Movimento Retilíneo, com certeza a gente, no caso eu aprendi bastante. A matéria muito bem explicada.”

“Por que os ensino e mais básico na minha opinião e também nos ensinam e muito bom para quem presta atenção as aulas do professor.”

“Agradaram! Ajudou bastante a gente.”

“Sim, porque tem um aplicativo que pode resolver as questões.”

“Os recursos didáticos agradaram muito com o MRUV e MRU isso ajuda muito.

“Olha não me agradou completamente, mas o aplicativo usado para a resolução das atividades me agradou muito e também o professor era muito bom.”

“Os positivos eu coloquei na questão 2, mas assim não menos, por que é muito complicado é não por que você explicou mal é por que sou difícil de aprender mesmo.”

“Algumas coisas eu não consegui entender outras consegui, o Professor passou o conteúdo que eu nunca tinha visto, como se fosse de outra série, do terceiro ano ou da faculdade.”

“Bem, por que me agradou mais ou e fator negativo e que uma coisa é que a Física não entra na minha cabeça, mas o professor era incrível.”

Dos alunos entrevistados o gráfico 14, apresenta que 6% não se agradaram dos recursos didáticos utilizados no desenvolvimento da prática pedagógica. Os alunos opinaram em não justificar os motivos que levaram não se agradarem dos recursos didáticos utilizados e 22% não responderam o questionário.

Com relação ao *software RStudio*, apresentaremos os resultados e relatos dos alunos coletados com o apêndice E, referentes ao grau de satisfação dos entrevistados quanto a sua utilização na aplicação do MPS.

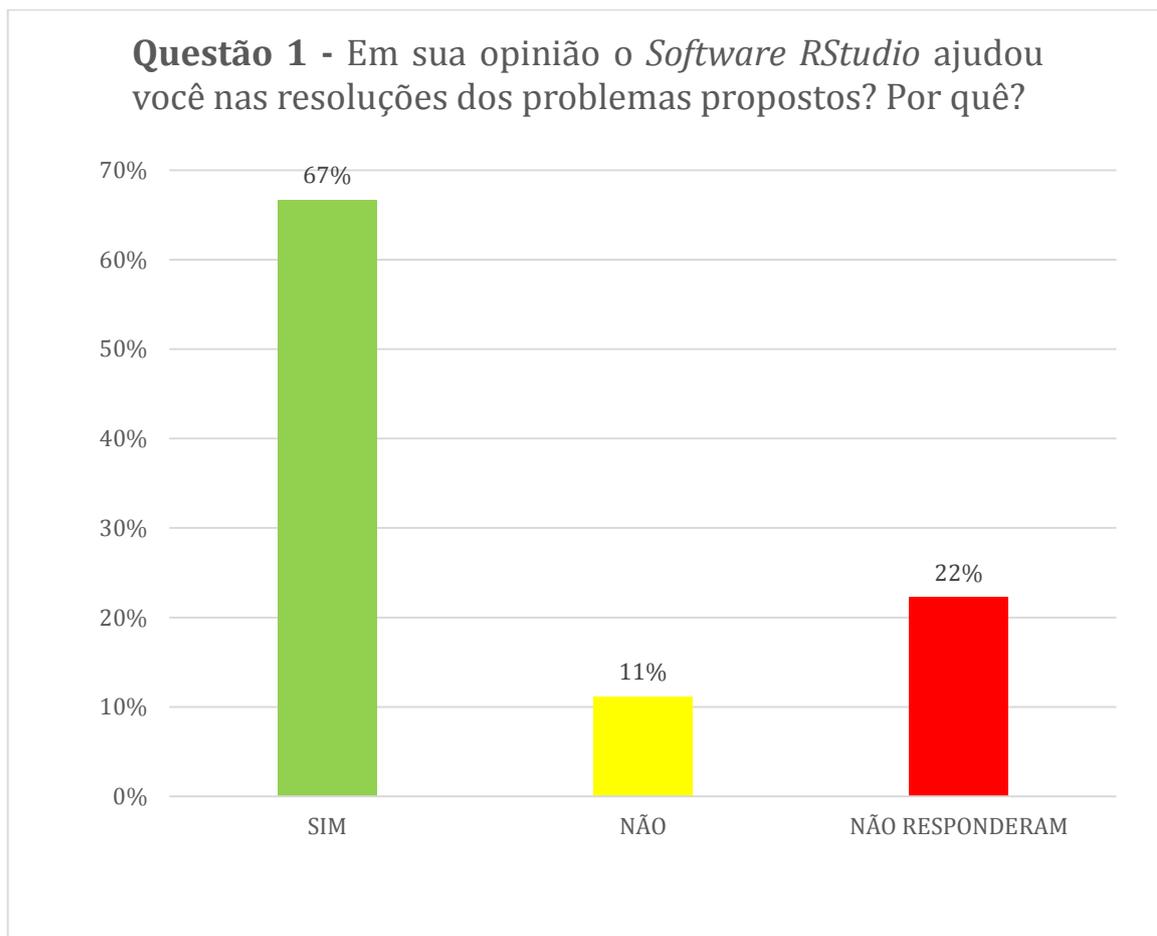


Gráfico 15: Percentual de respostas do questionário de satisfação em relação a utilização do software RStudio na resolução de exercício.

Dos alunos entrevistados, o gráfico 15 apresenta que 67% dos alunos afirmando que a utilização do *software RStudio* auxiliou de alguma forma na resolução de exercícios propostos durante a prática pedagógica.

Essa pergunta foi realizada de forma subjetiva, para o aluno expor a sua dificuldade ou facilidade referente ao *software*.

A seguir apresentamos algumas justificativas dos alunos:

“Ajudou muito porque com aquele software eu aprendi muito e aprendi fazer um gráfico.”

“Sim, porque não tem muita dificuldade de usar é só colar a fórmula e fazer os cálculos.”

“Porque com ele é mais fácil resolver uma questão.”

“Sim, porque eu não sou muito bom em exatas e agora eu consegui aprender com uma coisa que eu gosto muito a tecnologia.”

“Sim, porque facilitou mais para nós aprendermos”

“Sim, pois facilita bastante e explica melhor.”

“Porque foi uma aula muito boa, eu prestei muita atenção no *software*.”

“Sim, porque aprendi melhor nos cálculos e nos gráficos.”

“Sim, foi bem útil e bem facilitador em relação a explicação do conteúdo.”

“Sim, por ser mais prático.”

Dos alunos entrevistados, o gráfico 15 apresenta 11% que afirmaram que o *software RStudio* não os auxiliaram na aprendizagem do conteúdo de Cinemática. Os alunos opinaram em não justificar os motivos que o *software* não auxiliou na resolução de exercícios e 22% não responderam a questão.

A segunda questão do apêndice E, busca aferir junto aos entrevistados a importância do computador no desenvolvimento de práticas pedagógicas para se alcançar uma aprendizagem significativa.

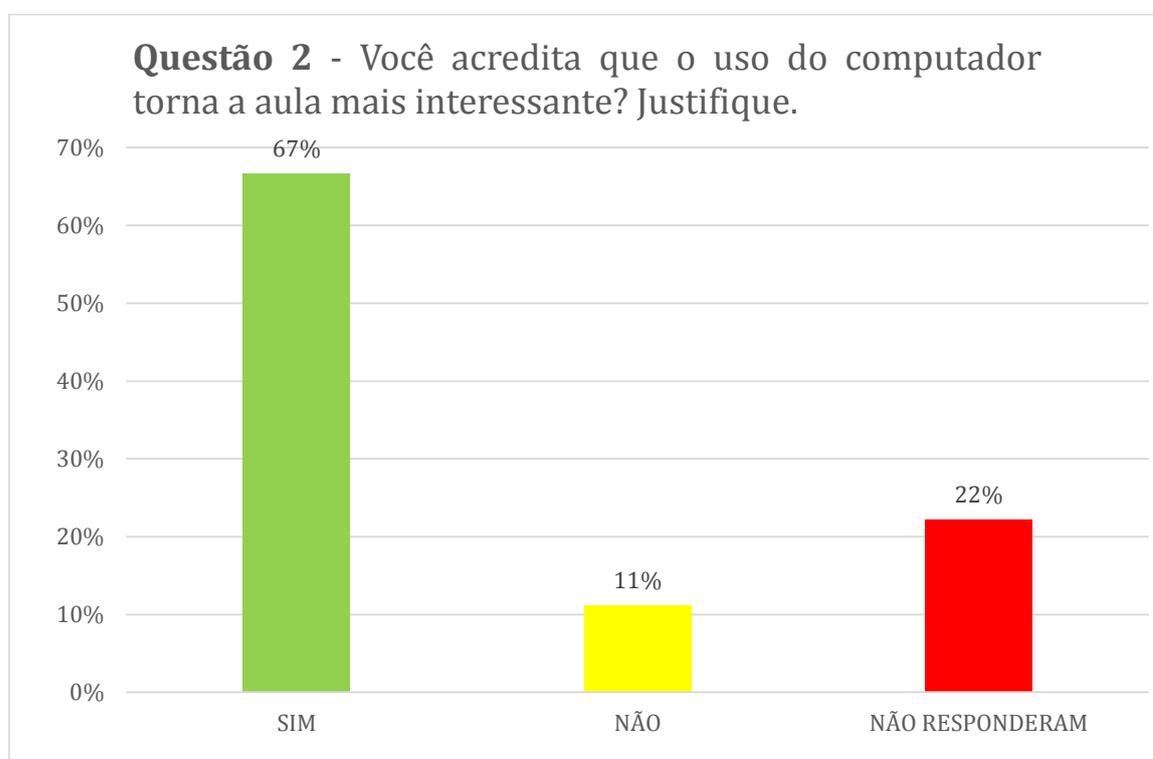


Gráfico 16: percentual de quanto a utilização do computador predispõem os alunos a aprender.

Dos alunos entrevistados, o gráfico 16 apresenta que 67% dos alunos afirmaram que o computador incentiva a predisposição em aprender.

Essa pergunta foi realizada de forma subjetiva, para o aluno explicar, porque essa ferramenta auxilia no seu aprendizado.

A seguir apresentamos algumas justificativas dos alunos:

“Sim, porque não preciso escrever e é melhor para o professor.”

“Sim, é muito mais interativa.”

“Sim, porque facilita na hora de responder uma questão, para quem sabe usar é fácil.”

“Assim não mais interessante mas sim mais facilidade de aprendizado melhor.”

“Sim, porque seria mais fácil de aprender.”

“Com certeza, qualquer uso de aparelho tecnológico deixa a aula mais interessante.”

“Sim, porque nos computadores é mais rápido e tem muito mais aprendizagem.”

“Sim, porque mostra os gráficos com mais frequência e ajuda muito nos cálculos.”

“Sim, mas para quem somente entende de computadores, para quem não entende é meio difícil.”

“Sim, dar mais atenção a pessoa.”

“Sim, pois tudo fica mais claro.”

Dos alunos entrevistados, o gráfico 16 apresenta 11% que afirmaram que o computador não tornou a aula mais interessante e apenas um justificou tal afirmação, os demais não justificaram, já 22% não responderam a questão.

A seguir apresentamos a justificativa do aluno:

“Para mim não achei muito legal por que não estava com tanto sentido nas aulas.”

A Terceira questão do apêndice E, busca aferir se, com a linguagem do *software RStudio*, os alunos assimilam as fórmulas matemáticas com maior facilidade.

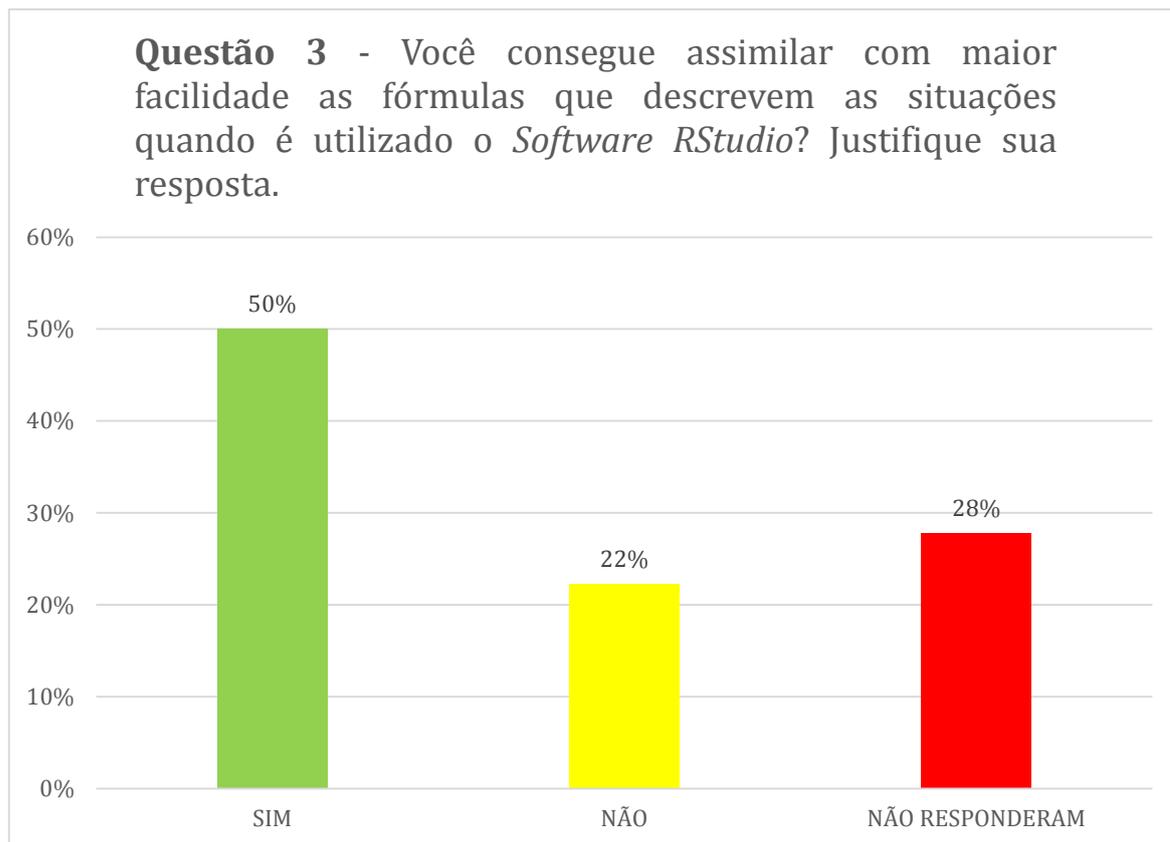


Gráfico 17: Percentual de respostas do questionário de satisfação assimilação das fórmulas no formato de *scripts*.

Dos alunos entrevistados, o gráfico 17 apresenta que 50% dos alunos afirmaram que facilitou a assimilação das fórmulas matemáticas, quando escritas na linguagem R – incentiva a predisposição em aprender.

Essa pergunta foi realizada de forma subjetiva, para o aluno explicar, o porquê ou não ele assimila melhor as fórmulas matemáticas na linguagem R.

A seguir apresentamos algumas justificativas dos alunos que afirmaram que facilita:

“Sim, pois ele contribui para melhor aprendizado.”

“Sim, é mais interessante aprender com computadores.”

“Sim, porque mostra a Física melhor e melhor para olhar as experiências.”

“Sim, porque a aula é muito boa.”

“Sim, porque deixa a gente mais curioso para aprender.”

“Sim, porque a aula fica menos complicada.”

“Sim, porque ele dar a resposta ai a gente só precisa da resolução e facilita muito mais.”

“É mais fácil porque o software resolve tudo.”

Dos alunos entrevistados, o gráfico 17 apresenta 22% que afirmaram que não assimilaram as fórmulas matemáticas descritas na linguagem R, mas não justificaram o motivo de tal afirmação, já 28% opinaram em não responder a questão.

A quarta questão do apêndice E, busca verificar se a Cinemática tornou-se mais ou menos compreensiva com utilização de simulações no *software RStudio*.

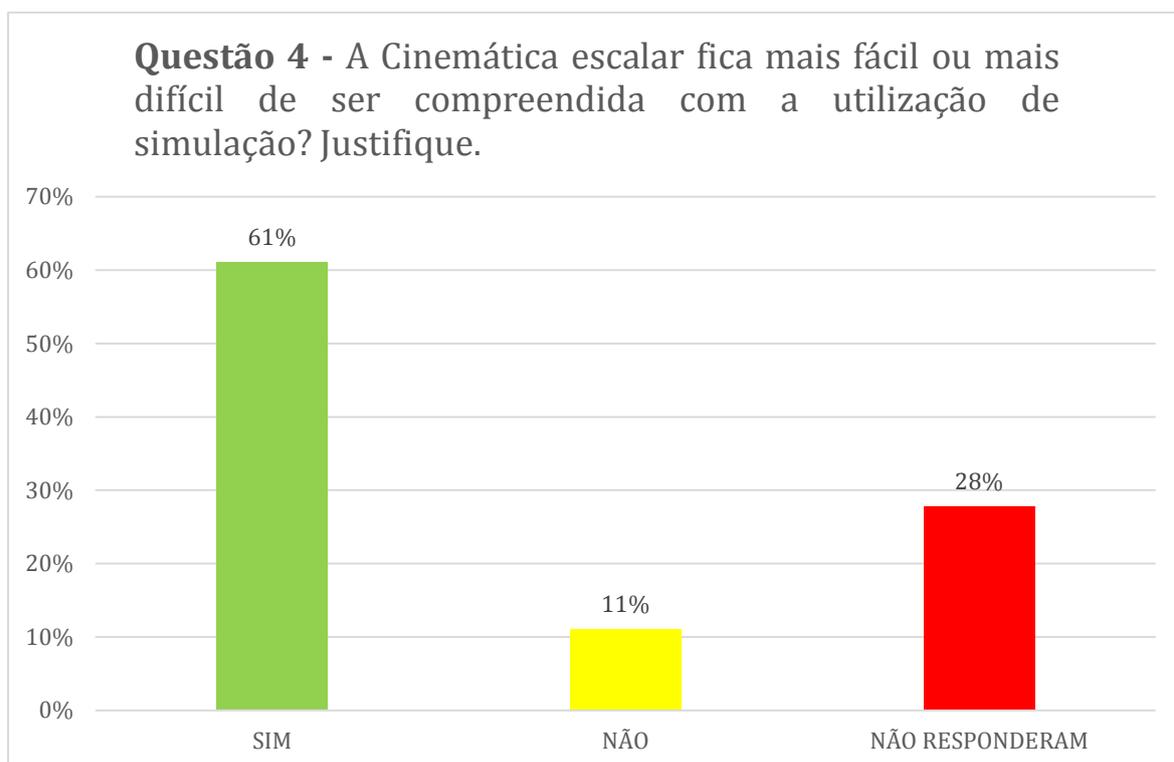


Gráfico 18: Percentual de respostas do questionário de satisfação referente a compreensão da Cinemática com a utilização de simulações.

Dos alunos entrevistados, o gráfico 18 apresenta que 61% dos alunos afirmaram que a utilização de simulações no *software RStudio* facilitou a compreensão da Cinemática.

Essa pergunta foi realizada de forma subjetiva, para o aluno explicar, em que ponto as simulações auxiliaram na compreensão da Cinemática.

A seguir apresentamos algumas justificativas dos alunos:

“Fica mais fácil porque explica melhor e eu entendo.”

“Para quem sabe mexer é fácil para quem tá começando agora será um pouco mais difícil de entender.”

“Mais fácil, porque a simulação ajudou muito.”

“Mais fácil, porque é explicado melhor e tem exemplos.”

“Fica mais fácil, porque você já sabe o que tem que fazer.”

“Sim, porque com a utilização da simulação a gente ganha mais interesse em aprender, então fica mais fácil.”

“Mais fácil, porque dar para ver e compreender melhor e muito mais fácil.”

“Mais fácil. Os programas computacionais facilitam a explicação.”

Dos alunos entrevistados, o gráfico 18 apresenta 11% que afirmaram que a simulação no *software RStudio* dificultou a compreensão da Cinemática, mas não justificaram o motivo de tal afirmação, já 28% opinaram em não responder a questão.

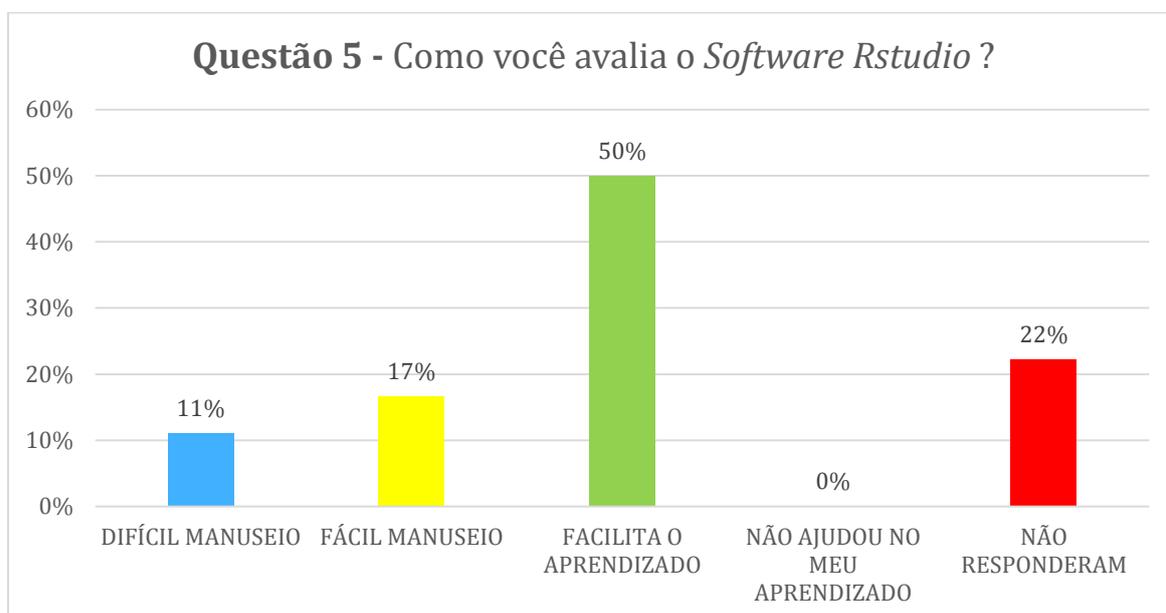


Gráfico 19: Percentual de respostas referente a contribuição do *software RStudio* no ensino aprendido.

Os resultados apresentados, oriundos tanto da aplicação dos questionários (apêndices C e F), quanto da entrevista de satisfação (apêndices D e E), demonstram a evolução na aprendizagem dos alunos e que podemos concluir, presumidamente, que houve indícios de aprendizagem significativa com a aplicação do MPS.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

No desenvolvimento desse trabalho buscamos atender as expectativas do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física com o desenvolvimento de uma sequência didática que envolvesse o *software* computacional *RStudio* para motivação dos alunos e tornar mais célere as aulas de Física, através do auxílio de *scripts* no ensino-aprendizagem de cinemática.

O pré-teste (apêndice C) quantitativamente revela que a maioria dos estudantes detêm pouco ou nenhum conhecimento prévio relevante dos conceitos da cinemática, exceto o de distância percorrida, a identificação desse conceito definiu no MPS a partir de qual subsunção poderia ocorrer o início da ancoragem do conteúdo de cinemática na EC do aprendiz. Isso fez com que partíssemos desde da definição de Cinemática.

A análise quantitativa das atividades realizadas pelos estudantes ao longo da pesquisa revelou que, gradativamente, os mesmos foram agregando conceitos, na EC, dos conceitos abordados no MPS, ao pontuarem e solucionarem situações-problema. Os cálculos computacionais realizados no *RStudio* otimizaram a exposição dos resultados, e com isso, surgiram reflexões, nas quais a concepção de movimento do senso comum do aprendiz com os princípios de movimento da Cinemática aduziu na EC dos alunos o ciclo composto pela diferenciação progressiva e a reconciliação integradora entre esses saberes.

Os resultados da primeira pergunta do apêndice D, expressam quantitativamente um dos requisitos para ocorrer a AS, a predisposição do aluno em aprender os conceitos da Cinemática. As respostas dos alunos, no pós-teste, em relação ao conceito de cinemática melhoram em comparação as respostas do pré-teste. De acordo com Moreira (2011), este último ponto indica um indício de AS. Outro dado que corrobora esta última afirmação é o gráfico 19 que, quantitativamente, mostra que 50% dos alunos afirmaram que o *software RStudio* facilitou a aprendizagem dos conceitos da cinemática com a aplicação do MPS.

Entre os aspectos que dificultaram a aplicação do MPS, destacamos: as faltas de muitos estudantes, o que acabou por reduzir a amostra da pesquisa e o pouco tempo disponibilizado pela escola no desenvolvimento da pesquisa. Além disso, questão 6, quantitativamente, mostra que o produto pode ser reformulado para uma versão melhor, desde que reveja como recapitular o estudo introdutório do movimento.

Finalmente, pode-se concluir que a utilização da MPS elaborada com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa para introduzir os conceitos do conteúdo de Cinemática, foi bem recebida pelos estudantes e os resultados de aprendizagem obtidos

forneceram indícios que nos permite considerá-la proveitosa conforme preconiza David Ausubel (2003).

Uma melhoria que pode ser realizada é modificar o formato do produto didático, aderindo um formato lúdico nas abordagens dos conceitos e na reformulação do produto, através de atividade que retrate o cotidiano dos alunos, conforme o entendimento logrado na defesa deste trabalho. Aplicar o produto reformulado, quiçá gere resultados que culminem numa produção de um artigo científico.

REFERÊNCIAS

ACRE, Secretaria de Estado de Educação. **Cadernos de orientação curricular: Orientações curriculares para o ensino médio – caderno 1**, Rio Branco, AC.: SEE, 2010.

AUSUBEL, D. P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original *The acquisition and retention of knowledge* (2000).

BARRETO, B.; XAVIER, C. **Física: aula por aula**. 2^a ed. São Paulo: FTD, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso 27 de Fevereiro de 2017

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares Para o Ensino Médio**, vol. 2. Brasília: MEC/SEF, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso 27 de Fevereiro de 2017

CARETA, M. F.; CATALANI, F. **Técnicas de Otimização e Estudo Matemático do Modelo de Tomada de Decisões**. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais...Fortaleza, CE: 2015

DARROZ, L. M.; DA ROSA, C. W.; GHIGGI, C. M. Método Tradicional X Aprendizagem Significativa: Investigação Na Ação Dos Professores De Física. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 5, n. 1, p. 70–85, 2015.

DOLZ, J; NOVERRAZ, M; SCHNEUWLY, B. Sequências Didáticas para o Oral e a Escrita: Apresentação de um Procedimento. In: **Gêneros orais e escritos na escola**. São Paulo: Mercado de Letras, 2004.

FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, p. 203–211, 2004.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R. Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **D.E.L.T.A.**, v. 32.1, p. 119–141, 2016.

HAASE, V. G.; COSTA, A. J.; SILVA, J. B. L. Por que o construtivismo não funciona? Evolução, processamento de informação e aprendizagem escolar. **Psicologia em Pesquisa**, v. 9, n. 1, p. 62–71, 2015.

HENNING, E. et al. **Rstudio Como Suporte no Ensino de Planejamento de Experimentos**. XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Anais...Gramado: 2013

LEMONS, E. DOS S. A Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 1, p. 25–35, 2011.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? [S. l: s. n], 2012. Disponível em:<<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 02 de agosto de 2017

MOREIRA, M. A. **Linguagem e Aprendizagem Significativa**. Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. **Anais...Maragogi, AL, Brasil: 2003**

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 25–46, 2011.

NOVAK, J. D. Meaningful Learning : The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. **Science education**, v. 86, n. 4, p. 548–571, 2002.

QUEROZ, J. C; STUTZ, L. Análise de uma Sequência Didática para o Ensino de Língua Alemã na Educação Infantil. **Pandaemonium**, v. 19, p. 203–235, 2016.

RAMOS, M. S. **Métodos Numéricos Com R: Algumas Notas Sobre Zeros de Funções**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2015.

SWELLER, J; AYRES, P; & KALYUGA, S. **Cognitive load theory**. New York: Springer (2011).

SMITH, W. **O Enigma Quântico: Desvendando a Chave Oculta**. Campinas: Vide Editorial, 2011.

TABACOW, L. S. **Contribuições da Neurociência Cognitiva Para a Formação de Professores e Pedagogos**. Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2006.

TORRES, C. M. A. et al. **Física: ciência e tecnologia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

APÊNDICES



APÊNDICE A - TERMO DE CONCORDÂNCIA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Ao senhor (a) Diretor(a)

Eu, Hélison Matos da Cunha, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física em parceria com Universidade Federal do Acre, venho solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “**USO DE SCRIPTS NO SOFTWARE R COMO FERRAMENTAS AUXILIARES NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA**” tendo como objetivo geral: Avaliar as contribuições de uma metodologia de ensino diferenciada usando simulações computacionais na compreensão de conceito físico relacionado à Cinemática.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações, questionários, e testes junto alunos de uma turma de 1º ano do Ensino Médio nesta instituição.

Desde já, agradeço a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para o desenvolvimento do ensino de Física.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa prevista na Escola.

Diretor(a) da Escola

Pesquisador: Hélison Matos da Cunha

Rio Branco –AC; _____ de _____ de 2017



**APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto para este projeto: “Avaliar as contribuições de uma metodologia de ensino diferenciada usando *scripts* na compreensão de conceito físico relacionado à Cinemática que será desenvolvido no Colégio Estado do Acre, venho convidar-lhe a participar desta pesquisa que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, tendo como Orientador o Professor Dr. George Chaves da Silva Valadares.

Deste modo, no caso de concordância em participar desta pesquisa ou deixar participar (alunos menores), conforme as cláusulas abaixo:

Cláusula 1 - os direitos da entrevista respondidos (questionários) realizados pelo pesquisador, serão utilizados integral ou parcialmente, sem restrições, respeitando o direito de imagem do aluno e o anonimato nos resultados dos dados obtidos.

Cláusula 2 – O aluno ou responsável poderá retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar da pesquisa, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo.

Assim, mediante termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, por estar esclarecido e não me oferecer nenhum risco de qualquer natureza. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais.

Participante da pesquisa ou responsável

Pesquisador: Héllison Matos da Cunha

Rio Branco - AC _____ de _____ de 2017



APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Prezado (a) aprendiz,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que está se desenvolvendo na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. O objetivo é analisar os conhecimentos prévios do aprendiz referente ao conteúdo de cinemática e ao *software RStudio*, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV.

QUESTIONÁRIO

1. Você sabe definir o que é **movimento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

2. Você sabe definir o que é a **posição** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

3. Você sabe definir o que é o **deslocamento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

4. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

5. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

6. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a posição:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

7. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

8. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a velocidade:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

9. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____

10. Você sabe quais são as características do **gráfico** da aceleração em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____

11. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____

12. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____



APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Prezado (a) aprendiz,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que se desenvolve na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. Nosso objetivo é analisar a eficácia da aplicação de um material didático complementar ao ensino aprendizagem de cinemática, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV. É importante salientar que a sua participação será mantida anônima em toda a pesquisa e em qualquer circunstância pública em que os resultados da investigação vierem a ser apresentados. Nesse sentido, conto com sua colaboração respondendo as questões abaixo, com ética, responsabilidade e autenticidade de modo a auxiliar de forma significativa a pesquisa em questão.

Questão 1: Na sua opinião, os recursos didáticos utilizados no desenvolvimento do conteúdo de cinemática nas aulas de Física:

- a) Agradaram completamente
- b) Agradaram mais ou menos
- c) Não agradaram

Questão 2: Caso os recursos didáticos utilizados tenham o agrado completamente, informe os fatores que influenciaram em sua satisfação.

Questão 3: Caso você tenha respondido que os recursos didáticos utilizados o agradaram mais ou menos, informe os fatores positivos e os fatores negativos da utilização desses recursos.

Questão 4: Caso você tenha respondido que os recursos utilizados não o agradaram, informe os fatores que influenciaram em sua avaliação e em seguida apresente algumas sugestões de aprimoramento.



APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que se desenvolve na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. Nosso objetivo é analisar a eficácia da aplicação de um material didático complementar ao ensino aprendizagem de cinemática, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme – MRU e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV. É importante salientar que a sua participação será mantida anônima em toda a pesquisa e em qualquer circunstância pública em que os resultados da investigação vierem a ser apresentados. Nesse sentido, conto com sua colaboração respondendo as questões abaixo, com ética, responsabilidade e autenticidade de modo a auxiliar de forma significativa a pesquisa em questão

QUESTIONÁRIO

1. Em sua opinião o *Software RStudio* ajudou você nas resoluções dos problemas propostos?
Por quê?

2. Você acredita que o uso do computador torna a aula mais interessante? Justifique.

3. Você consegue assimilar com maior facilidade as fórmulas que descrevem as situações quando é utilizado o *Software*? Justifique sua resposta.

4. A Cinemática escalar fica mais fácil ou mais difícil de ser compreendida com a utilização de simulação? Justifique.

5. Como você avalia o *Software RStudio*?

- () Uma ferramenta de difícil manuseio.
- () Uma ferramenta de fácil manuseio.
- () Uma ferramenta que facilita o aprendizado.
- () Uma ferramenta que não ajudou no meu aprendizado.



APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Prezado (a) aprendiz,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que está se desenvolvendo na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. O objetivo é analisar a presença de indícios de aprendizagem significativa referente ao conteúdo de cinemática e ao *software RStudio*, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV.

QUESTIONÁRIO

1. Você sabe definir o que é **movimento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

2. Você sabe definir o que é a **posição** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

3. Você sabe definir o que é o **deslocamento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

4. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

5. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

6. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a posição:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

7. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

8. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a velocidade:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

9. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____

10. Você sabe quais são as características do **gráfico** da aceleração em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____

11. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____

12. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

Sim. Não.

Justifique: _____



PRODUTO EDUCACIONAL

Prezado (a) Professor (a)

O presente produto para o ensino de Cinemática, sendo parte integrante do trabalho realizado junto ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Sociedade Brasileira de Física, do polo da Universidade Federal do Acre. O objetivo do produto é fornecer aos professores um, possível, Material Potencialmente significativo, seguido de um roteiro, para ser desenvolvido em práticas de ensino da Cinemática do com auxílio de *scripts* do *software RStudio*, fundamentada por meio da teoria educacional de David Ausubel, direcionadas a aprendizes do 1º ano do Ensino Médio.

A sequência de ensino, está dividida em três momentos envolvendo atividades investigativas como questionários e aplicação do MPS, fundamentadas na teoria de aprendizagem de David Ausubel. O primeiro momento permite ao professor, identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Cinemática; o segundo é apresentado ao aprendiz o material de ensino potencialmente significativo, com propósito de retificar e proporcionar a aquisição e retenção de conceitos básicos da cinemática e o terceiro momento consiste na aplicação de um pós-teste (apêndice F) por meio de um questionário que auxilia na identificação, quantitativa, da ocorrência de AS do conteúdo de cinemática.

Sendo assim, este material está disponível para você Professor (a) que deseja utilizá-lo suas aulas Cinemática. Lembrando que essas práticas podem ser ajustadas conforme a peculiaridade da turma e aos conhecimentos prévios dos alunos, referente ao conteúdo de Cinemática. Mais detalhes sobre o produto e sua aplicação podem ser encontrados no trabalho de dissertação “Uso De *Scripts* No *Software R* Como Ferramentas Auxiliares No Ensino-Aprendizagem De Cinemática”.

Atenciosamente O Autor

1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Apresentamos o roteiro de como essa prática de ensino pode ser desenvolvida, observando as características da teoria educacional de Ausubel.

Conteúdo: Cinemática

Tempo: 12 h

Material: *Notebook*, *Data show*, quadro branco, pincel e apostila de atividades.

Desenvolvimento:

Primeiro Momento:

➤ Consiste na aplicação de um pré-teste (apêndice C) por meio de um questionário que auxilia na identificação dos conhecimentos prévios dos aprendizes quanto ao conteúdo de cinemática. O pré-teste composto por doze questões e demanda uma linguagem simples e clara da abordagem do conteúdo da Cinemática para que possa ser identificado, claramente, os conhecimentos prévios dos aprendizes.

➤ A partir dos conhecimentos prévios dos aprendizes, elabora-se um Material de Ensino Potencialmente Significativa conforme a teoria de aprendizagem de David Ausubel, que auxilie na aquisição e retenção de conceitos básicos da cinemática. O Material de Ensino Potencialmente Significativo auxilia o professor a fornecer uma nova informação ao aluno que ao interagir com o subsunçor adequado formará um novo conceito na estrutura cognitiva do aluno.

Segundo Momento:

➤ Neste momento é apresentado ao aprendiz o Material de Ensino Potencialmente Significativo com auxílio do *software RStudio* na plotação de gráficos, através de *scripts*, dos Movimentos Retilíneos Uniforme e Uniformemente Variado, com propósito de retificar e proporcionar a aquisição e retenção do conteúdo da Cinemática.

➤ Após a apresentação do Material de Ensino Potencialmente Significativo conceitos é apresentado ao aprendiz exercícios que necessitam das funções dos Movimentos Retilíneos Uniforme e Uniformemente Variado para serem resolvidos, após o término da resolução dos exercícios o professor corrige os exercícios com *scripts* na linguagem R, por meio

da *interface RStudio*, proporcionando ao aluno acesso a uma nova informação que pode ser ancorada a subsunçores adquiridos na apresentação do Material de Ensino Potencialmente Significativo ou já existentes na Estrutura Cognitiva do aluno.

Terceiro Momento

Consiste na aplicação de um pós-teste (apêndice F) por meio de um questionário que auxilia na identificação, quantitativa, de indícios de Aprendizagem Significativa (AS) do conteúdo de cinemática.

Ressalta-se que os apêndices C e F têm as mesmas perguntas, porém, com objetivos distintos, o apêndice C é referente aos conhecimentos prévios e o apêndice F é em relação a possibilidade de averiguar, quantitativamente, indícios da ocorrência de aprendizagem significativa. Essa semelhança entre os apêndices C e F foi uma estratégia adotada para identificar na pesquisa se o aluno relacionou uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes presentes na sua estrutura cognitiva.

4.1.2 Material Potencialmente Significativo

1 CINEMÁTICA

1. 1 Conceitos Básicos

A **Cinemática** é a parte da mecânica que estuda os movimentos sem que haja preocupação com suas origens. Para isso precisamos estabelecer quando um móvel está em movimento ou não, e classificar os tipos movimentos.

O corpo está em movimento quando, em determinado intervalo de tempo, sua posição varia em relação ao referencial adotado e está em repouso quando, em determinado intervalo de tempo, sua posição não varia em relação ao referencial adotado. O referencial é o corpo ou ponto a partir do qual podemos medir diversas grandezas em relação ao referencial: posição, deslocamento, tempo, velocidade e aceleração.

A análise dos fenômenos na cinemática exige que em algumas situações as dimensões do corpo ou dos corpos envolvidos na análise sejam especificadas como corpo extenso, quando suas dimensões são relevantes para a análise. Já para um ponto material, quando suas dimensões são desprezíveis para a análise do fenômeno.

1. 2 Trajetória, deslocamento escalar e intervalo de tempo

Na cinemática é necessário o conhecimento de alguns conceitos para tornar a aprendizagem significativa mais simples, pois geralmente é confuso, na estrutura cognitiva do aluno, a diferença entre trajetória, deslocamento e distância percorrida.

A Trajetória é a linha que representa o percurso descrito por um ponto material ou corpo extenso quando consideramos todas as posições sucessivas ocupadas por ele, em um determinado intervalo de tempo, como está representado na figura 1.

Figura 1: descrição da trajetória da bola



Fonte: Acervo do Autor

O Deslocamento Escalar (ΔS) representa a diferença entre as posições escalares ocupadas pelo ponto material ou corpo extenso nos instantes inicial e final, ou seja, depende somente das posições escalares inicial (S_1) e final (S_2), como ilustrado na figura 2.

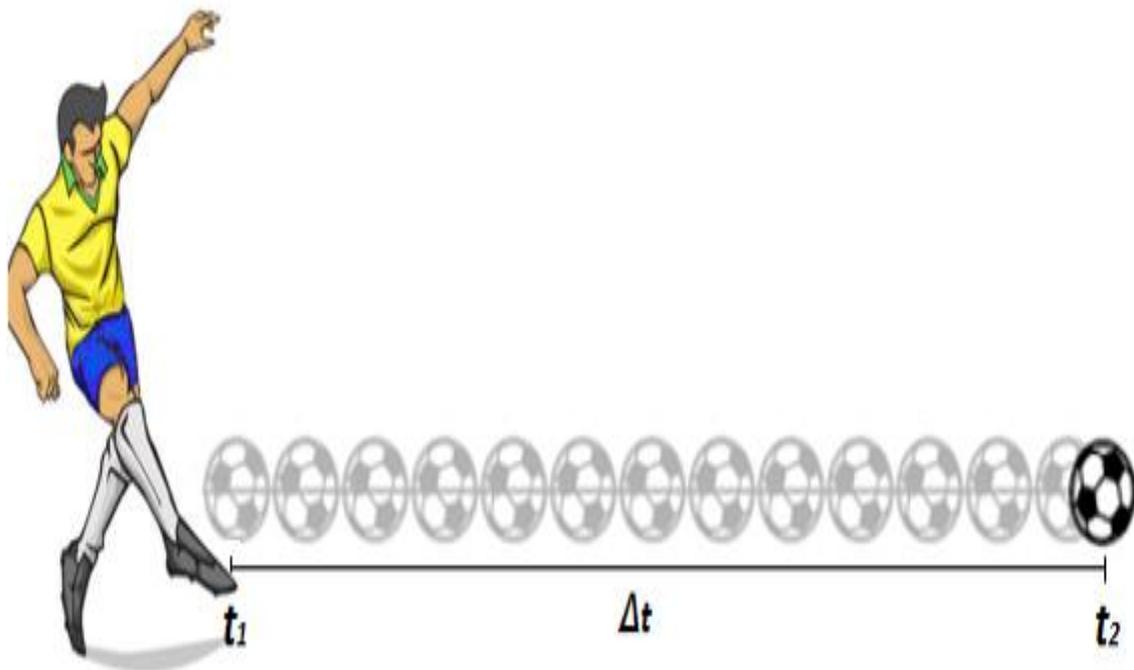
Figura 2: Representação do deslocamento escalar entre as posições S_1 e S_2 .



Fonte: Acervo do Autor

O Intervalo de tempo (Δt) representa a diferença entre os instantes inicial (t_1) e final (t_2), a figura 3 mostra a representação de Δt . O intervalo de tempo é representado matematicamente por: $\Delta t = t_2 - t_1$.

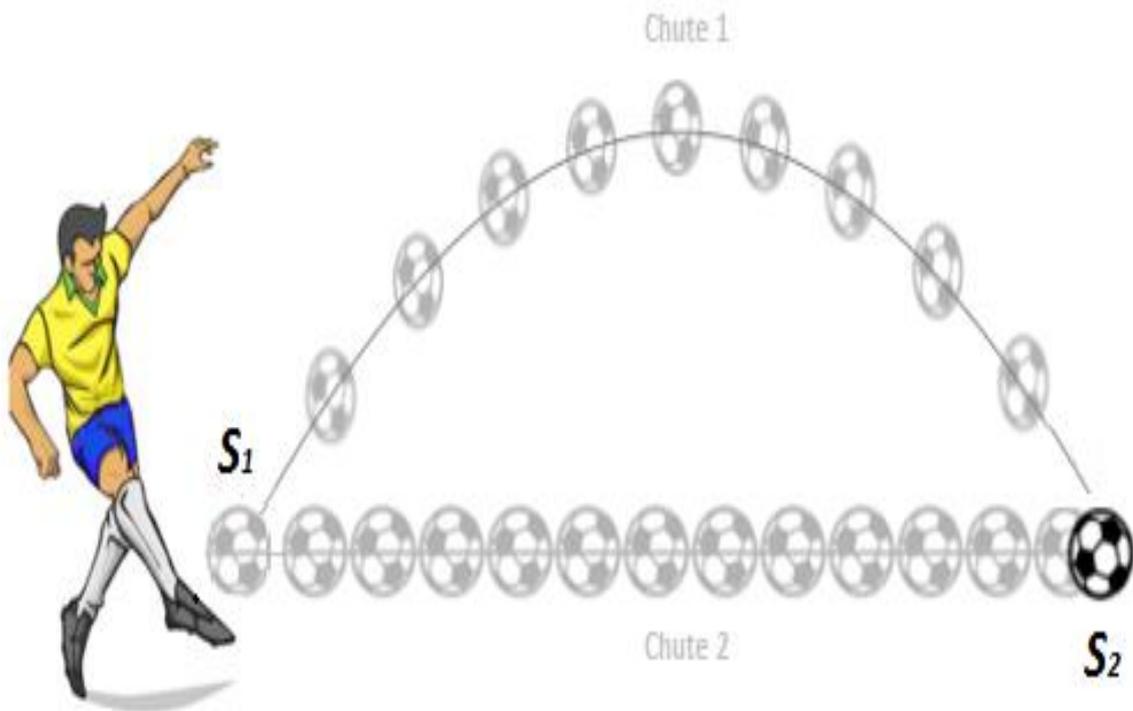
Figura 3: Descrição do intervalo de tempo entre t_1 e t_2 .



Fonte: Acervo do Autor

A Distância percorrida depende do comprimento de toda trajetória descrita pelo ponto material ou corpo extenso. Observe na figura 4 .

Figura 4: Descrição da distância percorrida no chute 1 e no chute 2, onde em ambos chutes o bola a bola inicia o movimento em S_1 e termina em S_2 .



Fonte: Acervo do Autor

Suponha que um corpo partindo do ponto S_1 alcance o ponto S_2 ora pelo caminho do chute 1, agora pelo caminho chute 2. O deslocamento do corpo, em ambos os casos, é ΔS que une as duas posições. Assim, dado um sistema de referência, definimos o deslocamento ΔS como sendo:

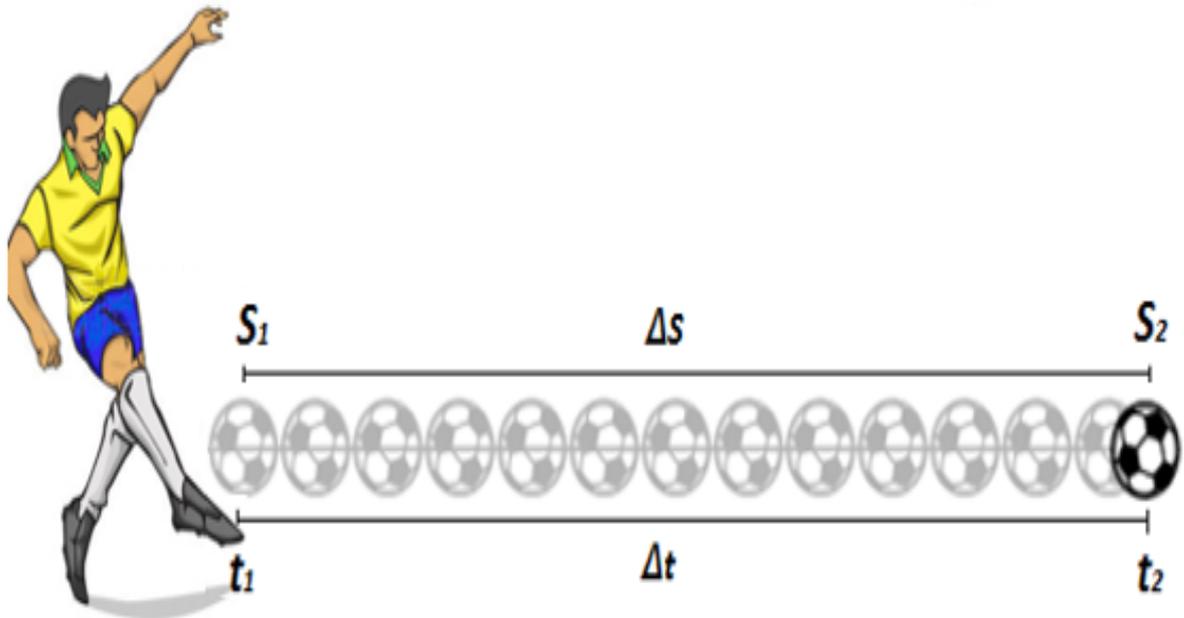
$$\Delta S = S_2 - S_1 \quad \text{eq. 1}$$

Entretanto, as distâncias percorridas dependerão do comprimento de cada uma das trajetórias no chute 1 e no 2.

1.3 Velocidade Escala Média

A velocidade Escalar Média (V_m) é definida a partir do conceito de deslocamento. Ela informa a rapidez com que o ponto material ou corpo extenso se desloca entre duas posições, S_1 e S_2 , determinada pelo quociente da variação da sua posição escalar (ΔS) pelo intervalo de tempo considerado (Δt). A unidade de medida no Sistema Internacional (SI) da V_m é m/s, pois ΔS no SI é metros (m) e Δt segundos (s).

Figura 5: Descrição da bola que se desloca da posição S_1 em um instante de tempo t_1 para a posição S_2 em um instante de tempo t_2 .



Fonte: Acervo do Autor

Matematicamente, a velocidade média (V_m) é escrita conforme a equação abaixo:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} \quad \text{eq. 2}$$

Na linguagem R, podemos escrever a equação da velocidade média utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável.

$$vm <- \text{function}(s1, s2, t1, t2) \{ ds <- s2 - s1; dt <- t2 - t1; ds/dt \}$$

1.4 Movimento Retilíneo Uniforme – M.R.U.

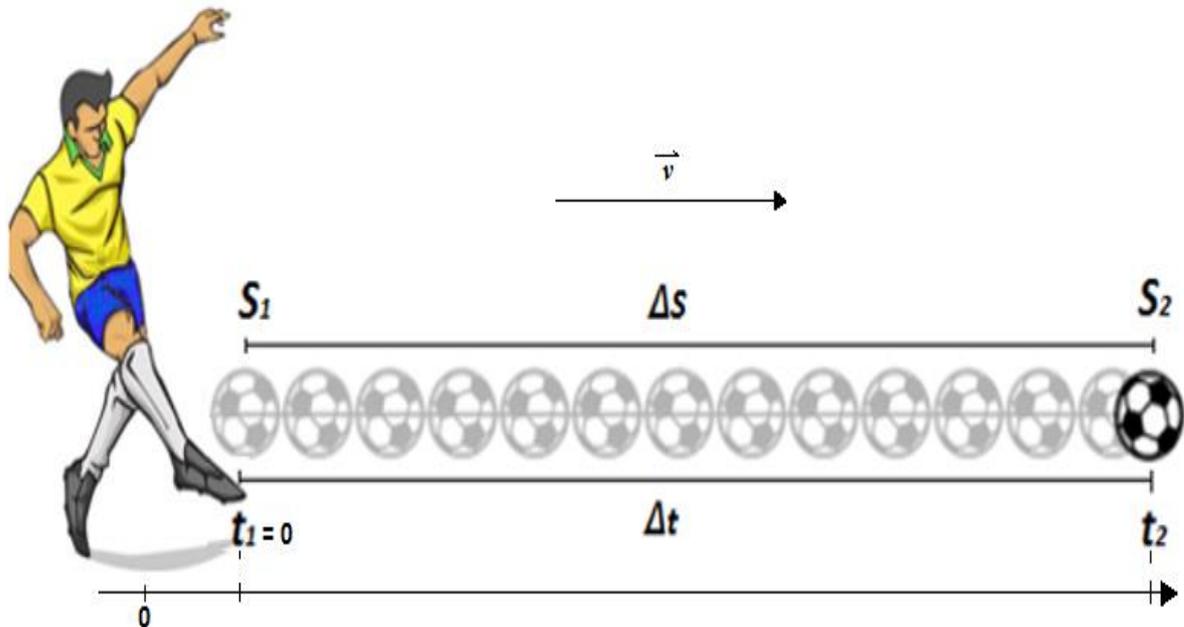
O Movimento Retilíneo Uniforme é o tipo de movimento que ponto material ou corpo extenso desenvolve com velocidade constante, ou seja, sua velocidade é igual em todos os instantes.

1.4.1 Função da posição em relação ao tempo.

Suponha que a bola, figura 6, esteja percorrendo, com velocidade constante, uma trajetória retilínea. Nela, está indicado um eixo coordenado com origem em O que serve de referência para determinar as posições do carro em cada instante de tempo. Ao longo do eixo,

estão indicadas as posições S_1 , que corresponde ao instante de tempo t_1 , e S_2 que corresponde ao instante de tempo t_2 .

Figura 6: Descrição do movimento de uma bola, com velocidade constante, numa trajetória retilínea.



Fonte: Acervo do Autor

O deslocamento, $\Delta s = S_2 - S_1$, durante o intervalo de tempo $\Delta t = t_2 - t_1$, fornece informações, suficientes, para obtenção da equação matemática que representa a posição de um ponto material ou corpo extenso em função do tempo no Movimento Retilíneo Uniforme – M.R.U., lembramos que:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad \Delta s = V \cdot \Delta t$$

Daí, temos:

$$S_2 - S_1 = V \cdot (t_2 - t_1)$$

considerando o $t_1 = 0$ e $t_2 = t$, obtemos:

$$S_2 = S_1 + V \cdot t$$

eq. 3

Na linguagem R, podemos escrever a função da posição em relação ao tempo utilizando o *script* abaixo, em função dos parâmetros $s1$, v e t , que representa, respectivamente, a posição inicial, a velocidade e o tempo.

$$s2 <- \text{function}(s1, v, t)\{s1 + v * t\}$$

Assim, a função, acima, representa a posição do ponto material ou corpo extenso em relação ao tempo no M.R.U.

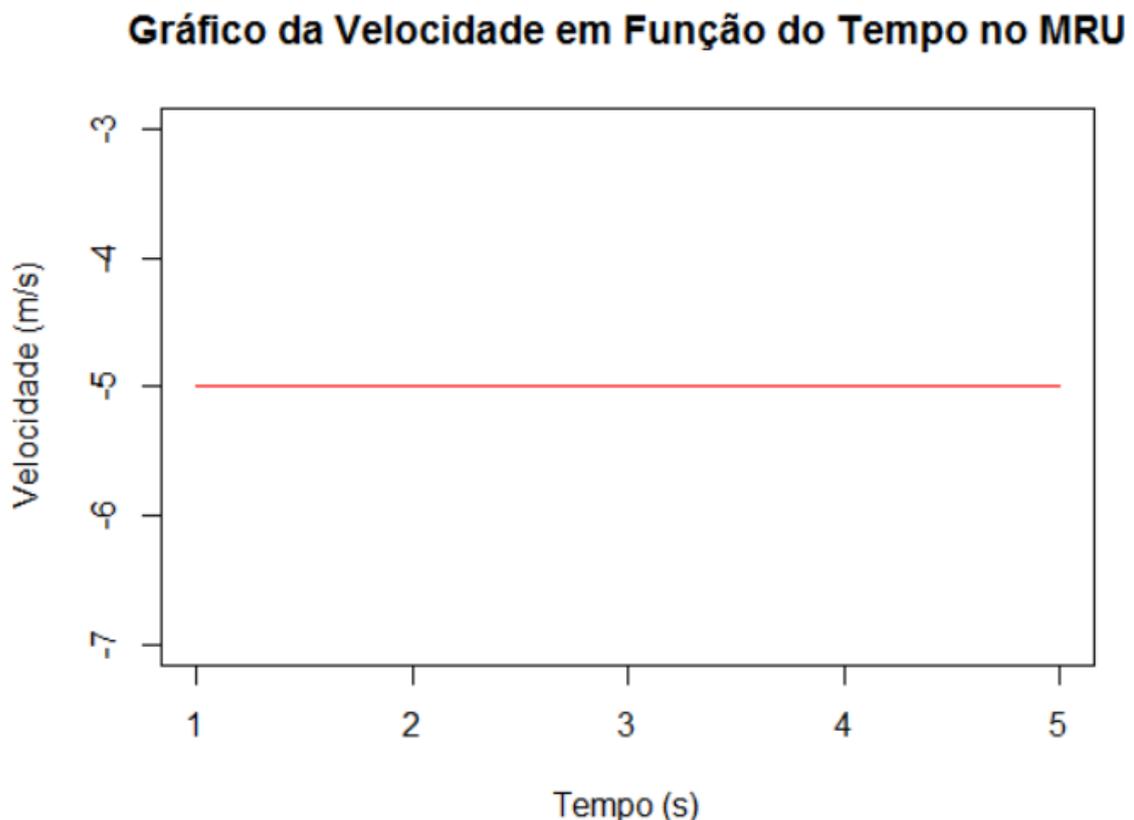
1.4.2 Representação Gráfica da velocidade no Movimento Retilíneo Uniforme

A utilização de gráficos é uma ferramenta essencial para interpretação de dados. Em física. No MRU uma das principais características desse movimento é a velocidade constante e sua representação gráfica pode ser exemplificada através do *script* abaixo.

```
s1 <- -c(0)
s2 <- -c(-5, -10, -15, -20, -25)
t1 <- -c(0)
t2 <- -c(1,2,3,4,5)
tempo <- -c(t2 - t1)
posição <- -c(s2 - s1)
velocidade <- -c(posição/tempo)
plot(tempo, velocidade, type = l, col = red, lwd = 1, xlab =
Tempo (s), ylab = Velocidade (m/s), main =
"Gráfico da Velocidade em Função do Tempo no MRU").
```

Fornecendo o gráfico da figura 7:

Figura 7: Representação gráfica da velocidade no MRU.



Fonte: Acervo do Autor

1.4.3 Representação Gráfica da velocidade no Movimento Retilíneo Uniforme

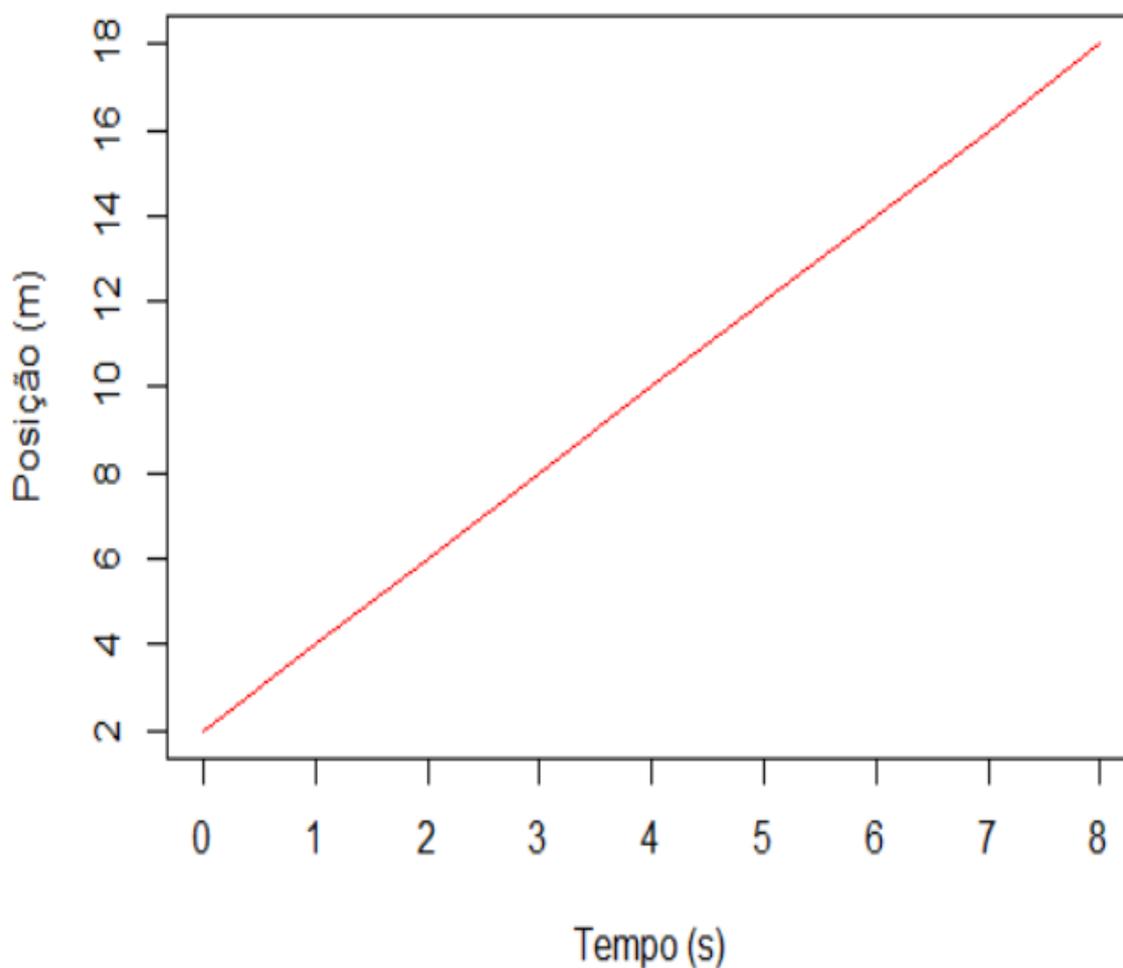
Para obter a representação gráfica da função da posição em relação ao tempo de ponto material ou corpo extenso pode ser exemplificada através do *script* abaixo:

```
tempo <- c(0,1,2,3,4,5,6,7,8)
posição <- -(2 + 2 * tempo)
plot(tempo, posição, type = "l", col = "10", lwd = 1, xlab
= Tempo (s)", ylab
= Posição (m), main
= Gráfico da Posição em Função do Tempo no MRU, yaxp
= c(0,8,8), yaxp = (2,18,8))
```

Onde gera o gráfico representado na figura 8.

Figura 8: Representação gráfica da posição em função do tempo no MRU.

Gráfico da Posição em Função do Tempo no MRU

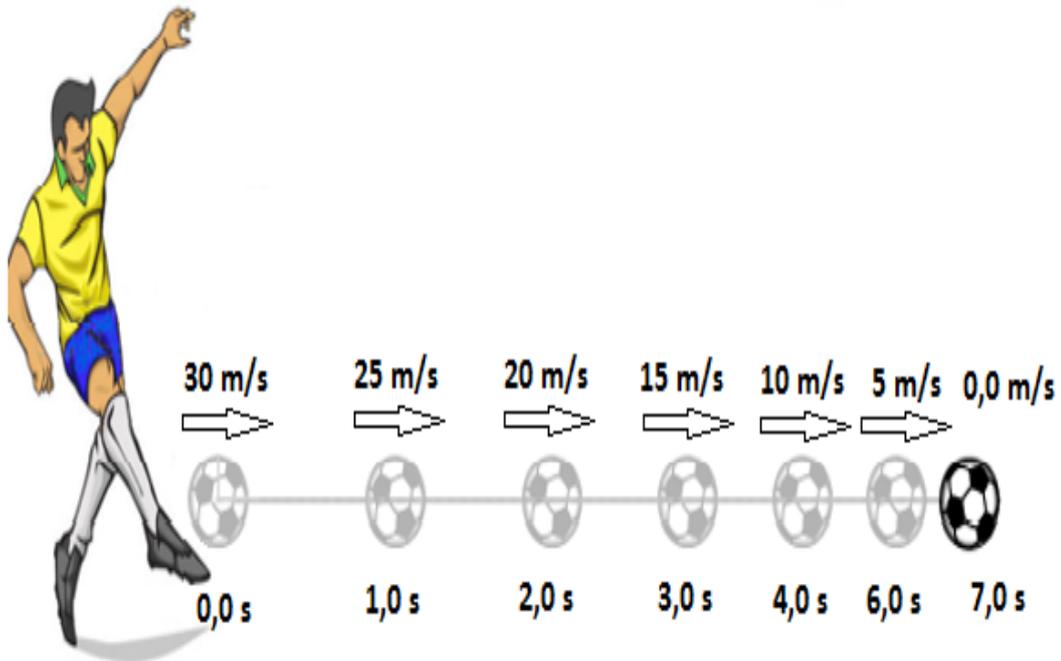


Fonte: Acervo do Autor

1.5 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – M.R.U.V

O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado consiste em um movimento onde há variação de velocidade, ou seja, o móvel sofre aceleração constante em intervalos de tempo iguais, como representado na figura 9.

Figura 9: Representação da variação de velocidade no MRUV.



Fonte: Acervo do Autor

1.5.1 Aceleração Média

A aceleração escalar média de um ponto material ou corpo extenso é obtida pelo quociente entre variação da sua velocidade (Δv) e o intervalo de tempo (Δt). A unidade de medida no Sistema Internacional (SI) da a_m é m/s^2 .

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

eq. 4

Na linguagem R, podemos escrever a equação da aceleração média utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

$$am < -function(v1, v2, t1, t2){dv < -v2 - v1; dt < -t2 - t1; dv/dt}$$

1.5.2 Classificação dos Movimentos

Classificamos os movimentos em função do comportamento da velocidade e da aceleração escalar quanto aos sinais da velocidade e da aceleração.

Acelerado é quando um móvel anda cada vez mais rápido, ou seja, sua velocidade cresce, em módulo, no passar do tempo. Para que isso aconteça a aceleração deve ter o mesmo sinal da v . Se a velocidade e a aceleração têm o mesmo sinal ($v > 0$ e $a > 0$; ou $v < 0$ e $a < 0$), o movimento é acelerado;

Retardado é quando um móvel anda cada vez mais devagar, ou seja, sua velocidade decresce, em módulo, no passar do tempo. Se a velocidade e a aceleração têm sinais contrários ($v > 0$ e $a < 0$; ou $v < 0$ e $a > 0$), o movimento é retardado.

1.5.3 Representação Gráfica do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

No MRUV uma das principais características desse movimento é a aceleração constante e sua representação gráfica pode ser exemplificada através do *script* abaixo.

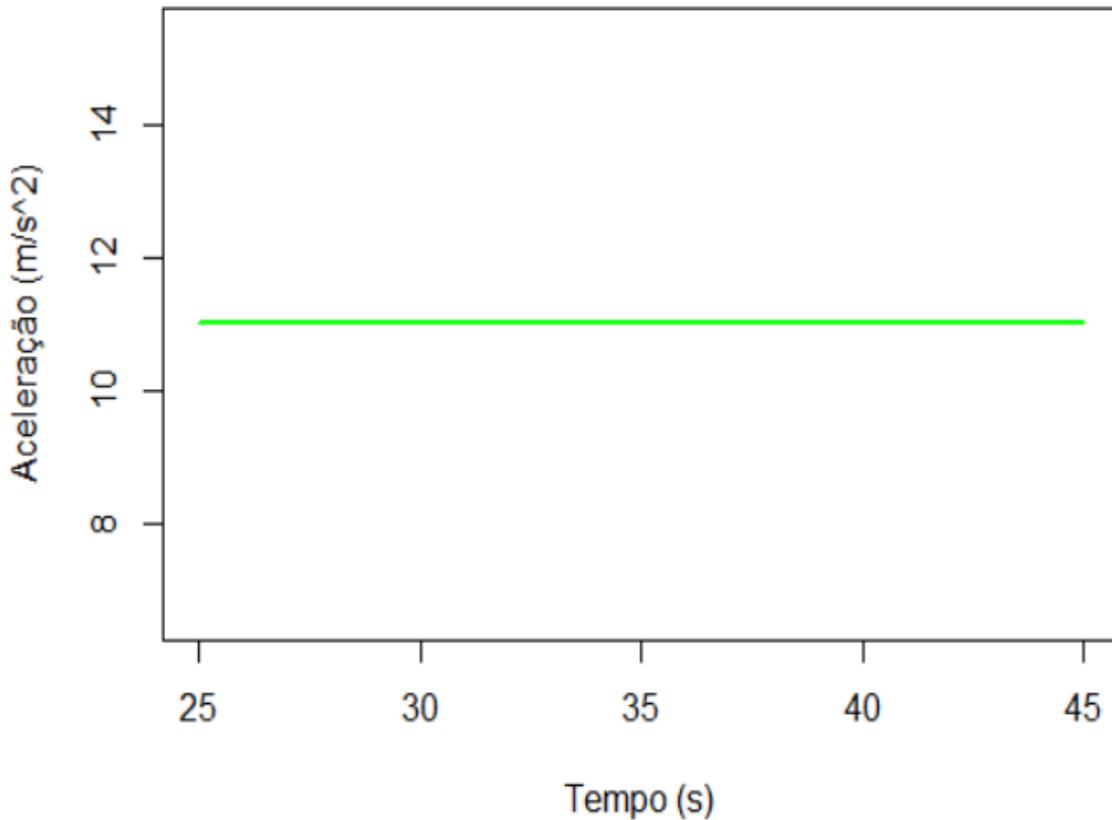
A função da aceleração em relação ao tempo no MRUV pode ser exemplificada através do *script* abaixo.

```
v1 < -c(10)
v2 < -c(65,75,85,95,105)
t1 < -c(0)
t2 < -c(25,30,35,40,45)
tempo < -c(t2 - t1)
velocidade < -c(v2 - v1)
aceleração < -c(dv/dt)
plot(tempo, aceleração, type = "l", col = "red", lwd = 2, xlab
      = "Tempo (s)", ylab = "Aceleração (m/s^2)" main
      = "Gráfico da Aceleração em Função do Tempo no MRUV")
```

Onde gera o gráfico representado na figura 10.

Figura 10: Representação gráfica da aceleração no MRUV.

Gráfico da Aceleração em Função do Tempo no MRUV



Fonte: Acervo do Autor

1.5.4 Função Horária da Velocidade

No M.R.U.V. a velocidade varia no passar do tempo, podemos obter a função da velocidade em função do tempo, no qual a velocidade assume um valor cada instante.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

$$V_2 - V_1 = a \cdot (t_2 - t_1)$$

considerando o $t_1 = 0$ e $t_2 = t$, temos:

$$V_2 = V_1 + a \cdot t$$

eq. 5

Na linguagem R, podemos escrever a função da velocidade em relação ao tempo utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

1.5.5 Representação Gráfica da Função horária da velocidade em função do tempo no M.R.U.V

$$v_2 < -function(v_1, a, t)\{v_1 + a * t\}$$

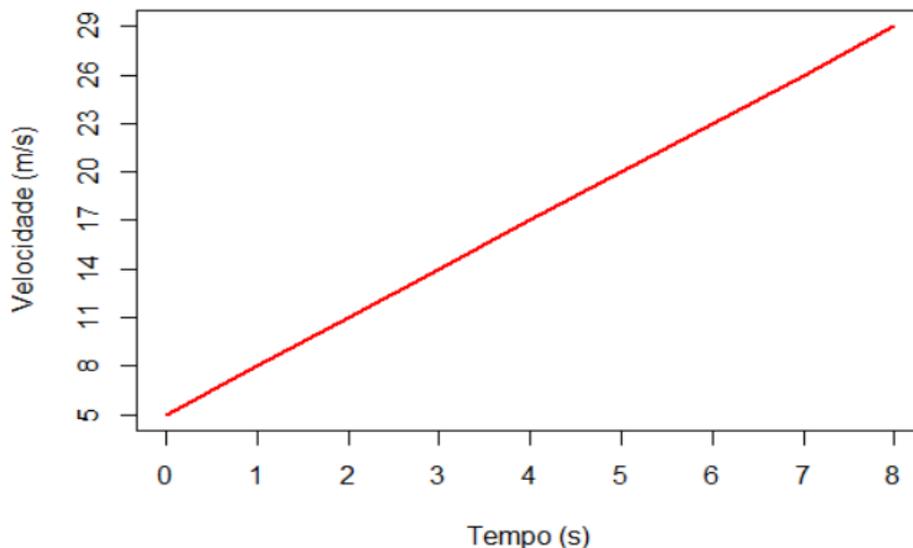
A função da velocidade em relação ao tempo no MRUV pode ser exemplificada, graficamente, através do *script* abaixo:

```
tempo < -c(0,1,2,3,4,5,6,7,8)
velocidade < -(5 + 3 * tempo)
plot(tempo, velocidade, type = "l", col = "6", lwd = 2, xlab
      = "Tempo (s)", ylab = "Velocidade (m/s)", main
      = "Gráfico da Velocidade em Função do Tempo no MRUV", xaxp
      = c(0,8,8), yaxp = c(5,29,8))
```

Onde gera o gráfico descrito na figura 11.

Figura 11: Representação gráfica da velocidade no MRU.

Gráfico da Velocidade em Função do Tempo no MRUV



Fonte: Acervo do Autor

1.5.6 Função horária da Posição em Função do tempo no M.R.U.V

A posição para um móvel em MRUV não é tão simples de descobrir como em um MRU, afinal o móvel pode percorrer distâncias cada vez maiores ou menores, dependendo do tipo de movimento que tem. Para se ter uma precisão, a função horária da posição serve como uma ferramenta para determinar a posição do móvel em qualquer instante de tempo de seu movimento.

$$S_2 = S_1 + V_1 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

eq. 6

Na linguagem R, podemos escrever a função da posição em relação ao tempo utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

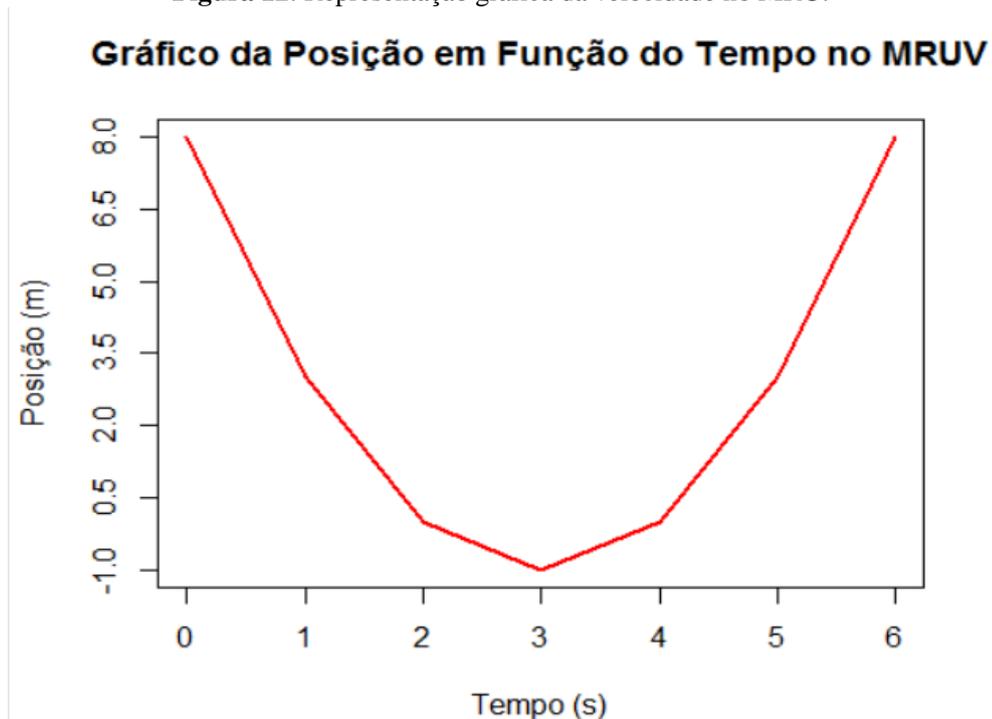
```
s2 <- function(s1, v1, a, t){s1 + v1 * t + 1/2 * a * t^2}
```

A função da posição em relação ao tempo no MRUV pode ser exemplificada, graficamente, através do *script* abaixo.

```
tempo <- c(0,1,2,3,4,5,6)
posição <- -(tempo^2 - 6 * tempo + 8)
plot(tempo, posição, type = "l", col = "red", lwd = 2, xlab
= Tempo (s), ylab
= Posição (m), main
= Gráfico da Posição em Função do Tempo no MRUV, xaxp
= c(0,6,6), yaxp = c(-1,8,6))
```

Onde originará o gráfico descrito na figura 12.

Figura 12: Representação gráfica da velocidade no MRU.



Fonte: Acervo do Autor

1.6 Equação de Torricelli

É uma equação que nos dá liberdade de poder descobrir a velocidade do móvel em função da distância que ele percorre, ou seja, sem a necessidade de conhecer o intervalo de tempo na distância percorrida.

$$V_2^2 = V_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

eq. 7

Na linguagem R, podemos escrever a Equação de Torricelli utilizando o *script* abaixo, respeitando a denominação de cada variável, adotada nos livros didáticos.

```
v2 < -function(v1, a, ds){sqrt(v1^2 + 2 * a * ds)}
```

O objetivo da resolução dos exercícios através de *scripts* utilizando linguagem R é transmitir uma forma não convencional de resolução de exercícios, com aplicabilidade no desenvolvimento de novas TIC's.

Os exercícios trazem os *scripts* que geram a resposta correta

EXERCÍCIOS

01. (Unitau-SP) - Um móvel parte do km 50, indo até o km 60, onde, mudando o sentido do movimento, vai até o km 32. O deslocamento escalar e a distância efetivamente percorrida são, respectivamente:

- a) 28 km e 28 km b) 18 km e 38 km c) -18 km e 38 km d) -18 km e 18 km e) 38 km e 18 km

$$s1 < -50$$

$$s2 < -32$$

$$\text{Deslocamento} < -s2 - s1$$

$$s1 < -50$$

$$s2 < -60$$

$$s3 < -32$$

$$ds1 < -(s2 - s1)$$

$$ds2 < -(s3 - s2)$$

$$\text{DistânciaPercorrida} < -(ds1 - ds2)$$

02 Numa corrida de carros, suponha que o vencedor gastou 1 h e 30 min para completar o circuito, desenvolvendo uma velocidade média de 240 km/h. Qual a distância percorrida pelo vencedor?

$$ds < -function(vm, dt)\{vm * dt\}$$

$$dt < -1.5$$

$$vm < -240$$

03. (UFPA) Maria saiu de Mosqueiro às 6 horas e 30 minutos, de um ponto da estrada onde o marco quilométrico indicava km 60. Ela chegou a Belém às 7 horas e 15 minutos, onde o marco quilométrico da estrada indicava km 0. A velocidade média, em quilômetros por hora, do carro de Maria, em sua viagem de Mosqueiro até Belém, foi de:

- a) 45 b) 55 c) 60 d) 80 e) 120

$$vm < -function(s1, s2, t1, t2)\{ds < -s2 - s1; dt < -t2 - t1; ds/dt\}$$

$$s1 < -60$$

$$s2 < -0$$

$$t1 < -6.5$$

$$t2 < -7.25$$

04. Para passar uma ponte de 50m de comprimento, um trem de 200m, a 72 km/h, leva:

- a) 0,3 s b) 1,5 s c) 11,0 s d) 12,5 s e) 10 s

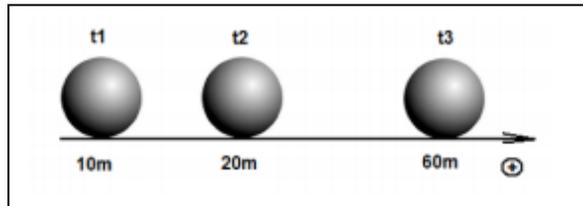
$$dt < -function(vm, ds)\{ds/vm\}$$

$$vm < -20$$

$$ds < -250$$

05. Na fotografia estroboscópica de um movimento retilíneo uniforme descrito por uma partícula, foram destacadas três posições, nos respectivos instantes t1, t2 e t3. Se t1 é 8 s e t3 é 28 s, então t2 é:

- a) 4 s
b) 10 s
c) 12 s
d) 15 s
e) 24 s



1º passo: calcular a velocidade:

$$vm < -function(s1, s3, t1, t3)\{ds < -s3 - s1; dt < -t3 - t1; ds/dt\}$$

$$s1 < -10$$

$$s3 < -60$$

$$t1 < -8$$

$$t3 < -28$$

2º passo: calcular a velocidade:

$$t2 < -function(vm, s1, s2, t1)\{ds < -s2 - s1; \left(\frac{ds}{vm}\right) + t1\}$$

$$s1 < -10$$

$$s2 < -20$$

$$t1 < -8$$

$$vm < -2.5$$

06. (Unimep-SP) Uma partícula parte do repouso e em 5 segundos percorre 100 metros. Considerando o movimento retilíneo e uniformemente variado, podemos afirmar que a aceleração da partícula é de:

- a) 8 m/s^2 b) 4 m/s^2 c) 20 m/s^2 d) $4,5 \text{ m/s}^2$ e) NDA

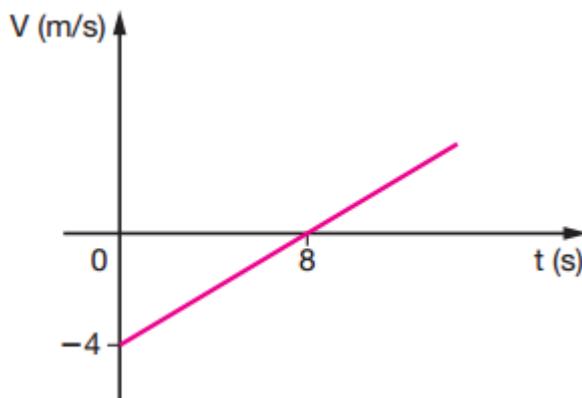
$$a = \frac{2(ds - v_1 \cdot dt)}{dt^2}$$

$$ds = 100$$

$$dt = 5$$

$$v_1 = 0$$

07. (UEL-PR) O gráfico representa a velocidade escalar de um corpo, em função do tempo.



De acordo com o gráfico, o módulo da aceleração desse corpo, em metros por segundo ao quadrado, é igual a:

- a) 0,50 b) 4,0 c) 8,0 d) 12,0 e) 16,0

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$v_1 = -4$$

$$v_2 = 0$$

$$t_1 = 0$$

$$t_2 = 8$$

Este enunciado refere-se às questões 08 e 09. Um automóvel descreve uma trajetória retilínea e a sua posição s , em cada instante de tempo, é dada por: $s = t^2 - 8t + 15$, onde s é dado em metros e t em segundos.

08. O automóvel cruzará a origem dos espaços nos instantes:

a) 2 e 3 s

b) 3 e 5 s

c) 4 e 1 s

d) 8 e 10 s

e) 0 e 2 s

```

t < -function(a, v, s){
delta < -v^2 - 2 * a * s
if(delta < 0){
cat("raizes complexas")
}else{
tempo1 < -(-v - sqrt(delta))/(a)
tempo2 < -(-v + sqrt(delta))/(a)
cat("os tempos são", tempo1, "e", tempo2)
}
}

```

09. A velocidade do automóvel se anulará no instante de tempo:

a) 4 s

b) 5 s

c) 8s

d) 3 s

e) 0 s

```

t < -function(a, v1, v2) { ((v2 - v1)) / a }
v1 < - - 8
v2 < - 0
a < - 2

```

10. (Uneb-BA) Uma partícula, inicialmente a 2 m/s, é acelerada uniformemente e, após percorrer 8 m, alcança a velocidade de 6 m/s. Nessas condições, sua aceleração, em metros por segundo ao quadrado, é:

a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

e) 5

```

a < -function(ds, v1, v2) { ((v2^2 - v1^2)) / (2 * ds) }
v1 < - 2
v2 < - 6
ds < - 8

```

3 AMBIENTE DO SOFTWARE RSTUDIO

A interface RStudio foi desenvolvida com o propósito de trabalhar como ambiente integrado à linguagem R, com várias funcionalidades que fornece uma interatividade maior em relação ao R Gui, por exemplo, Interface intuitiva para objetos, gráficos, script e o autocomplete, quando o usuário acessa o ambiente inicialmente visualiza a tela representada na figura 13.

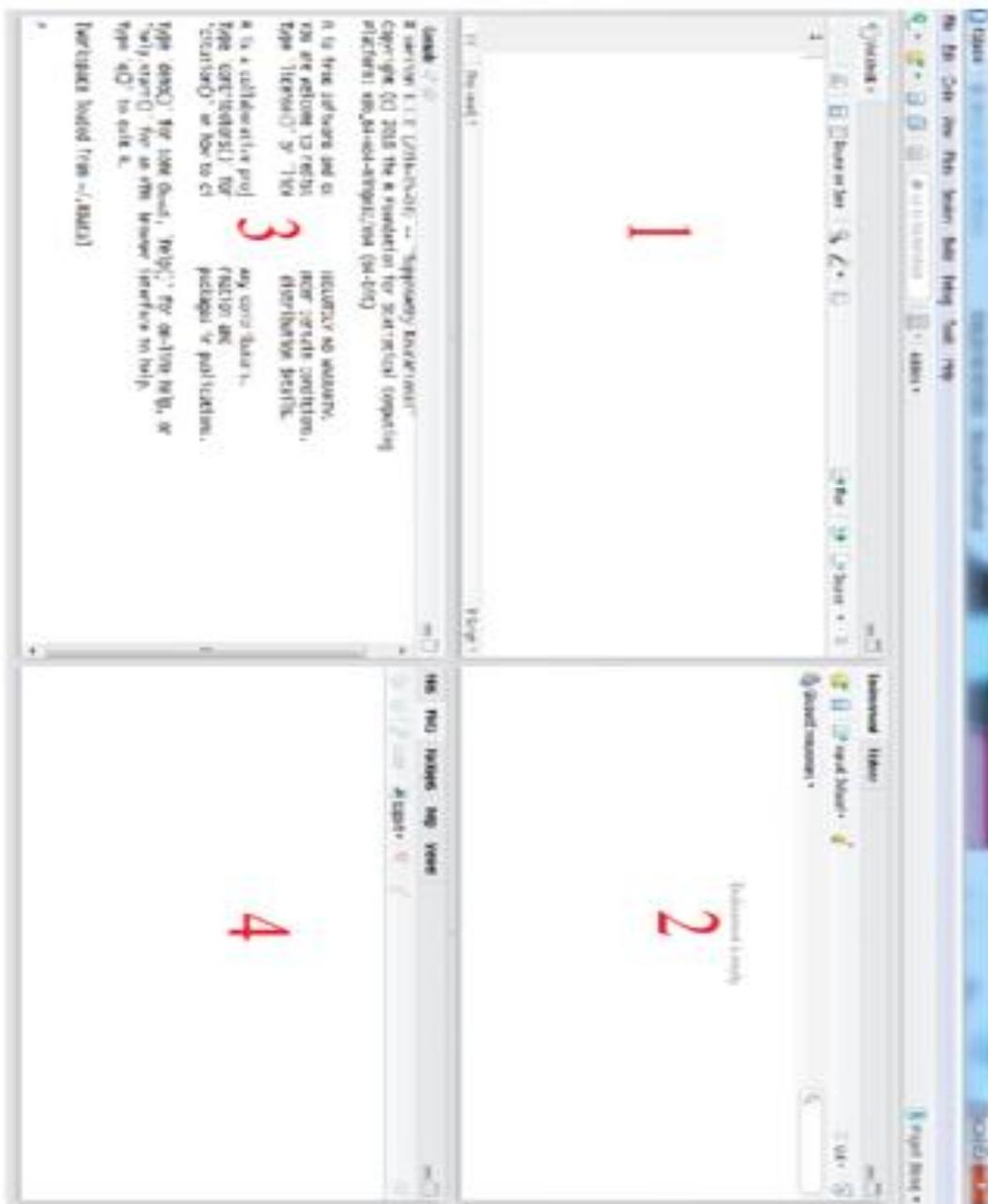


Figura 13: Representação do ambiente do *software RStudio*. **Fonte:** Acervo do Autor

14. O ambiente é dividido em 4 janelas e cada uma desempenha funções descritas na figura

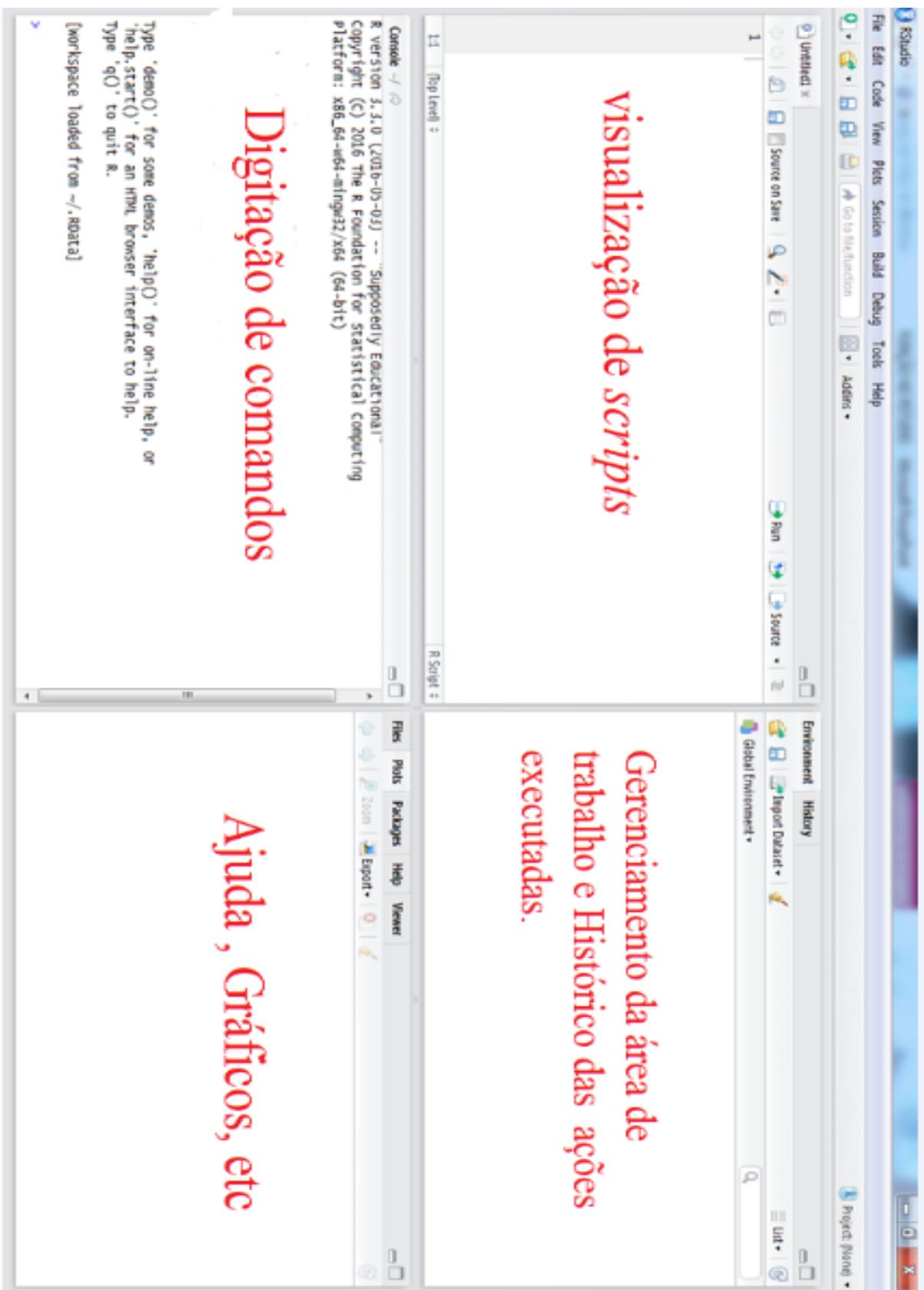


Figura 14: Representação das funções no ambiente do *software RStudio*. Fonte: Acervo do Autor.

4 EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DOS SCRIPTS NO SOFTWARE RSTUDIO.

1º- copie o *script* e cole na janela de “visualização de *scripts*”;

2º- após verificar se o *script* estar correto na janela de “visualização de *scripts*”, copie e cole na janela “Digitação de comandos”, a partir daí será gerado o comando do *script*.

4.1 Exemplo da geração de um dado

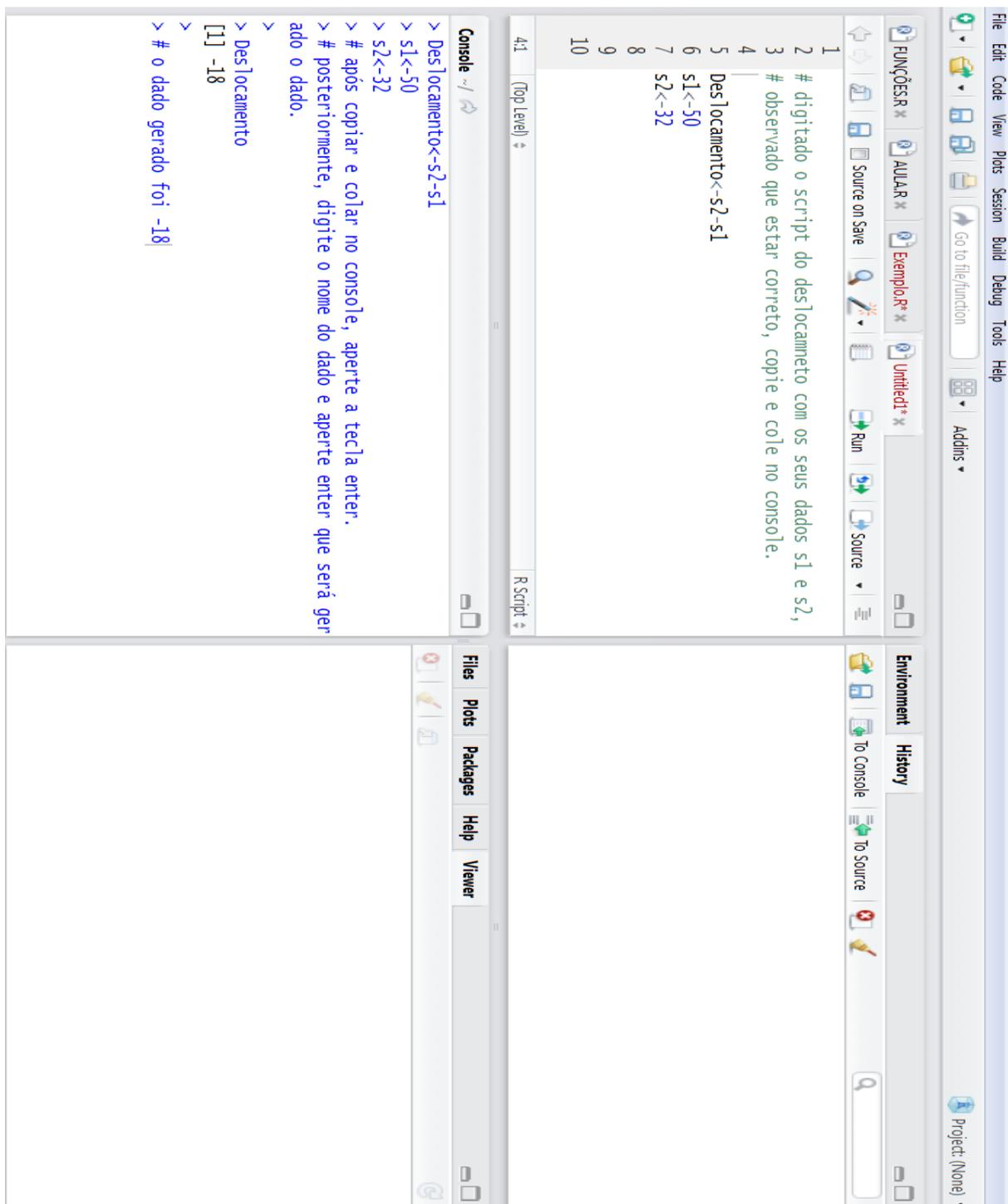


Figura 15: Representação da geração de dados no ambiente do *software RStudio*. Fonte: Acervo do Autor

4.2 Exemplo da geração de Gráfico.

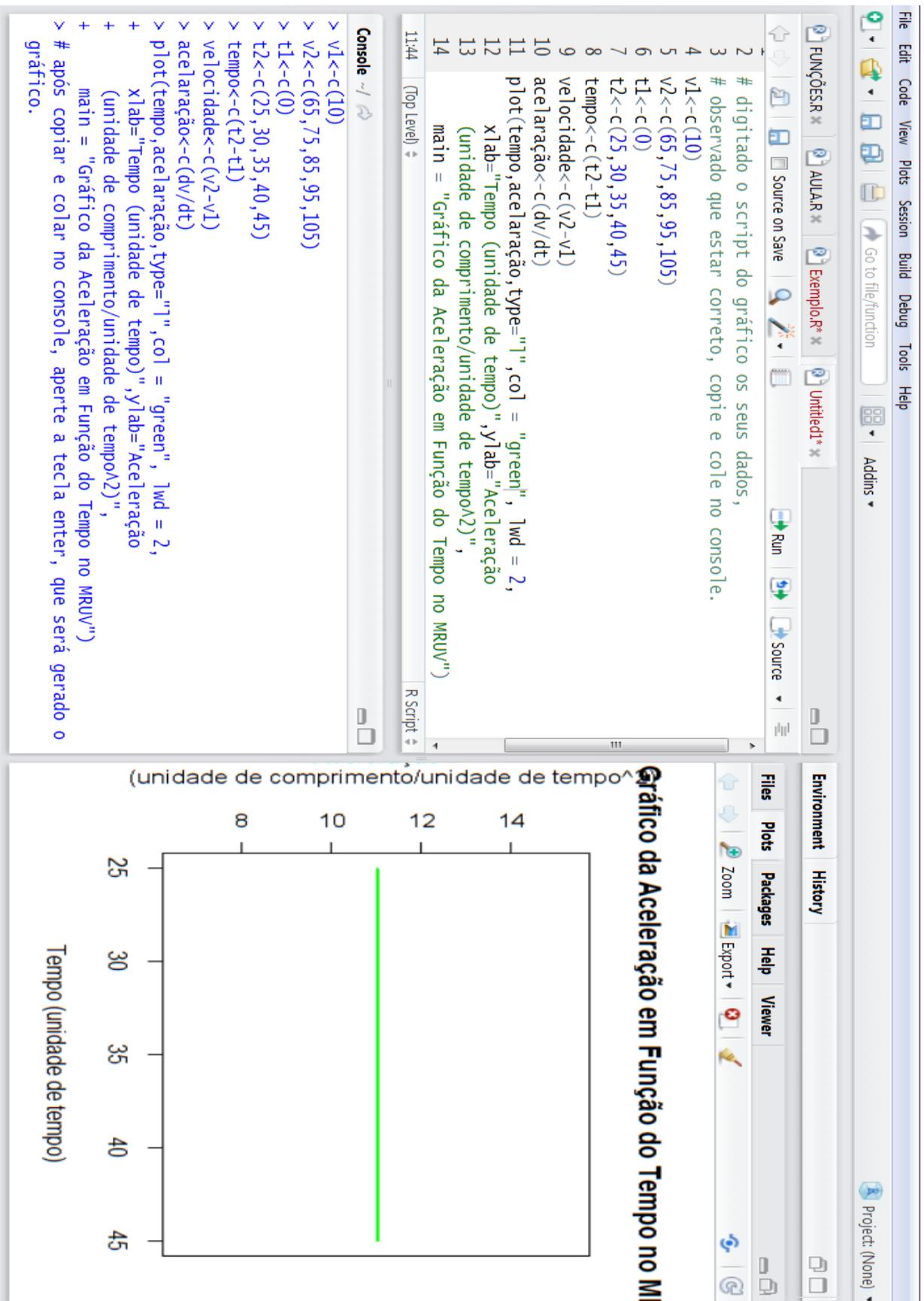


Figura 16: Representação da geração de dados no ambiente do *software RStudio*. Fonte: Acervo do Autor

APÊNDICE



APÊNDICE A - TERMO DE CONCORDÂNCIA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Ao senhor (a) Diretor(a)

Eu, Héliison Matos da Cunha, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física em parceria com Universidade Federal do Acre, venho solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: **“USO DE SCRIPTS NO SOFTWARE R COMO FERRAMENTAS AUXILIARES NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA”** tendo como objetivo geral: Avaliar as contribuições de uma metodologia de ensino diferenciada usando simulações computacionais na compreensão de conceito físico relacionado à Cinemática.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações, questionários, e testes junto alunos de uma turma de 1º ano do Ensino Médio nesta instituição.

Desde já, agradeço a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para o desenvolvimento do ensino de Física.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa prevista na Escola.

Diretor(a) da Escola

Pesquisador: Héliison Matos da Cunha

Rio Branco –AC; _____ de _____ de 2017



**APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto para este projeto: “Avaliar as contribuições de uma metodologia de ensino diferenciada usando *scripts* na compreensão de conceito físico relacionado à Cinemática que será desenvolvido no Colégio Estado do Acre, venho convidar-lhe a participar desta pesquisa que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, tendo como Orientador o Professor Dr. George Chaves da Silva Valadares.

Deste modo, no caso de concordância em participar desta pesquisa ou deixar participar (alunos menores), conforme as cláusulas abaixo:

Cláusula 1 - os direitos da entrevista respondidos (questionários) realizados pelo pesquisador, serão utilizados integral ou parcialmente, sem restrições, respeitando o direito de imagem do aluno e o anonimato nos resultados dos dados obtidos.

Cláusula 2 – O aluno ou responsável poderá retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar da pesquisa, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo.

Assim, mediante termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, por estar esclarecido e não me oferecer nenhum risco de qualquer natureza. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais.

Participante da pesquisa ou responsável

Pesquisador: Héllison Matos da Cunha

Rio Branco - AC _____ de _____ de 2017



APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Prezado (a) aprendiz,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que está se desenvolvendo na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. O objetivo é analisar os conhecimentos prévios do aprendiz referente ao conteúdo de cinemática e ao *software RStudio*, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV.

QUESTIONÁRIO

1. Você sabe definir o que é **movimento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

2. Você sabe definir o que é a **posição** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

3. Você sabe definir o que é o **deslocamento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

4. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

5. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

6. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a posição:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

7. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

8. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a velocidade:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

9. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____

10. Você sabe quais são as características do **gráfico** da aceleração em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____

11. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____

12. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____



APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Prezado (a) aprendiz,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que se desenvolve na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. Nosso objetivo é analisar a eficácia da aplicação de um material didático complementar ao ensino aprendizagem de cinemática, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV. É importante salientar que a sua participação será mantida anônima em toda a pesquisa e em qualquer circunstância pública em que os resultados da investigação vierem a ser apresentados. Nesse sentido, conto com sua colaboração respondendo as questões abaixo, com ética, responsabilidade e autenticidade de modo a auxiliar de forma significativa a pesquisa em questão.

Questão 1: Na sua opinião, os recursos didáticos utilizados no desenvolvimento do conteúdo de cinemática nas aulas de Física:

- d) Agradaram completamente
- e) Agradaram mais ou menos
- f) Não agradaram

Questão 2: Caso os recursos didáticos utilizados tenham o agrado completamente, informe os fatores que influenciaram em sua satisfação.

Questão 3: Caso você tenha respondido que os recursos didáticos utilizados o agradaram mais ou menos, informe os fatores positivos e os fatores negativos da utilização desses recursos.

Questão 4: Caso você tenha respondido que os recursos utilizados não o agradaram, informe os fatores que influenciaram em sua avaliação e em seguida apresente algumas sugestões de aprimoramento.



APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que se desenvolve na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. Nosso objetivo é analisar a eficácia da aplicação de um material didático complementar ao ensino aprendizagem de cinemática, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV. É importante salientar que a sua participação será mantida anônima em toda a pesquisa e em qualquer circunstância pública em que os resultados da investigação vierem a ser apresentados. Nesse sentido, conto com sua colaboração respondendo as questões abaixo, com ética, responsabilidade e autenticidade de modo a auxiliar de forma significativa a pesquisa em questão

QUESTIONÁRIO

1. Em sua opinião o *Software RStudio* ajudou você nas resoluções dos problemas propostos?
Por quê?

2. Você acredita que o uso do computador torna a aula mais interessante? Justifique.

3. Você consegue assimilar com maior facilidade as fórmulas que descrevem as situações quando é utilizado o *Software*? Justifique sua resposta.

4. A Cinemática escalar fica mais fácil ou mais difícil de ser compreendida com a utilização de simulação? Justifique.

5. Como você avalia o *Software RStudio*?

- () Uma ferramenta de difícil manuseio.
- () Uma ferramenta de fácil manuseio.
- () Uma ferramenta que facilita o aprendizado.
- () Uma ferramenta que não ajudou no meu aprendizado.



APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Prezado (a) aprendiz,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que está se desenvolvendo na Universidade Federal do Acre – UFAC em parceria com Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. O objetivo é analisar a ocorrência de aprendizagem significativa referente ao conteúdo de cinemática e ao *software RStudio*, mais especificamente dos seguintes movimentos: Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV.

QUESTIONÁRIO

1. Você sabe definir o que é **movimento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

2. Você sabe definir o que é a **posição** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

3. Você sabe definir o que é o **deslocamento** de uma partícula na Física?

Justifique: _____

4. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

5. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

6. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a posição:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

7. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**?

Sim. Não.

Justifique: _____

8. Em relação ao **Movimento Retilíneo Uniforme - MRU**, a velocidade:

varia. varia uniformemente. é constante.

Justifique: _____

9. Você sabe quais são as características do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____

10. Você sabe quais são as características do **gráfico** da aceleração em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____

11. Você sabe quais são as características do **gráfico** da velocidade em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____

12. Você sabe quais são as características do **gráfico** da posição em função do tempo do **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV**?

() Sim. () Não.

Justifique: _____
