EDIMAR SILVA PEREIRA

PROPOSTA DE NIVELAMENTO PARA SUPERAÇÃO DA DEFICIÊNCIA EM MECÂNICA

JI-PARANÁ, RO

FEVEREIRO DE 2019

EDIMAR SILVA PEREIRA

PROPOSTA DE NIVELAMENTO PARA SUPERAÇÃO DA DEFICIÊNCIA EM MECÂNICA

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), através do Polo do *campus* de Ji-Paraná, da Universidade Federal de Rondônia, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física, sob orientação da Profa. Drª Eliane Silva Leite.

JI-PARANÁ, RO
FEVEREIRO DE 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Fundação Universidade Federal de Rondônia

Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

P436p Pereira, Edimar Silva.

Proposta de Nivelamento para superação da deficiência em mecânica / Edimar Silva Pereira. -- Ji-Paraná, RO, 2019.

177 f.

Orientador(a): Prof.ª Dra. Eliane Silva Leite

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Fundação Universidade Federal de Rondônia

1.Aprendizagem Significativa. 2.Conhecimentos Prévios. 3.Nivelamento. I. Leite, Eliane Silva. II. Título.

CDU 531:37.015.31

Bibliotecário(a) Alex Almeida CRB 11.853

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO DE JI-PARANÁ/UNIR – PJIPAMNPEF

MNPEF

ATA DE AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO JI-PARANA

Aos vinte e oito dias do mês de fevereiro do ano de 2019, às quinze horas e cinco minutos, no Auditório do *Campus* da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) de Ji-Paraná, reuniu-se a Banca Examinadora que foi composta pelos três examinadores: Profa. Dra. Queila da Silva Ferreira (UNIR) - membro interno, Prof. Dr. Walter Trennepohl Júnior (UNIR) - membro interno, Profa. Dra. Deizilene de Souza Barbosa Gomes (IFRO) - membro externo, para avaliarem o trabalho de dissertação de Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo de Ji-Paraná/UNIR intitulado "**PROPOSTA DE NIVELAMENTO PARA A SUPERAÇÃO DA DEFICIÊNCIA EM MECÂNICA**", do aluno *Edimar Silva Pereira*. A banca foi presidida pela orientadora Profa. Dra. Eliane Silva Leite a qual não participou na arguição e nem na avaliação do trabalho de dissertação. Após a apresentação, o candidato foi arguido apenas pelos três integrantes da Banca Examinadora por cinquenta e sete (57) minutos. Ao final da arguição, a Banca Examinadora, em sessão reservada, aprovou o candidato com o conceito **A**, conforme as regras de aprovação estabelecidas no Regimento do MNPEF. Nada mais havendo a tratar, a avaliação foi encerrada às dezesseis horas e quarenta e seis9 minutos, dela sendo lavrada a presente ata, assinada por todos os três membros da Banca Examinadora e pela orientadora.

Eliane Silva Leite

Profa. Dra. Eliane Silva Leite – PJIPAMNPEF/UNIR
Orientadora (presidente)

Profa. Dra. Deizilene de Souza Barbosa Gomes – IFRO
Primeiro Membro

Queila da S. Ferreira

Profa. Dra. Queila da Silva Ferreira – PJIPAMNPEF/UNIR
Segundo Membro

Walter Trennepohl Jr

Prof. Dr. Walter Trennepohl Júnior – PJIPAMNPEF/UNIR
Terceiro Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a:

Meus pais Jacinto e Lourdes (*in memoriam*).

Minhas filhas: Maria Beatriz e Eloisa, sem as quais a vida não teria o menor sentido.

AGRADECIMENTOS

Que os louros da vitória não nos impeçam de agradecer a quem sempre esteve do nosso lado quando travávamos as batalhas mais difíceis. No campo acadêmico as batalhas são muitas vezes travadas em ambiente extremamente hostil que podem nos entristecer profundamente, neste sentido qualquer aliado deve ser festejado e reverenciado da melhor maneira possível. Meu espírito se cerca de gratidão quando me lembro daqueles que estiveram comigo quando eu caminhava pelo vale das sombras da dissertação. Ainda que haja riscos de cometer injustiça não posso deixar de citar alguns nomes, vamos a eles:

À Deus, pelo sopro de vida, pela saúde, pela família e alegria de viver.

Às minhas filhas, Maria Beatriz e Eloisa, que me ensinaram outra forma de amor e de ser amado. Vem de vocês a força para enfrentar as lutas mais ferozes.

À minha orientadora, professora Doutora Eliane Silva Leite, que se revestiu de toda a paciência quando eu mais precisei. Não mediu esforços na orientação e não sonegou absolutamente nada em termos de conhecimento e ajuda.

A todos os professores do polo do MNPEF de Ji-Paraná, pela experiência e conhecimento a mim repassado de maneira tão competente.

Aos meus fiéis amigos, Clodoaldo de Oliveira Freitas e Cleberson Eller Loose, pelos conselhos, pelo companheirismo e o apoio em todos os momentos.

Ao DEFIJI pelas instalações e condições de realização desse curso de mestrado.

A EEEFM Professor Paulo Freire na pessoa do ex-diretor Professor João Bosco de Moura que de muito boa vontade acolheu a ideia e disponibilizou as instalações da escola para a realização do curso.

Ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela preocupação com o ensino de Física no Brasil e pela chance de qualificação.

Aos colegas da turma 2016/1 do MNPEF do polo de Ji-Paraná, pela amizade e parceria que foram fundamentais para enfrentarmos essa longa jornada.

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

*“*Eu quase que nada não sei. Mas desconfio de muita coisa*”*.

Guimarães Rosa.

RESUMO

O ensino médio brasileiro não tem preparado os alunos da forma adequada nem para a vida nem para a graduação. Os conteúdos programáticos não são vistos em toda a sua totalidade, ou quando muito são vistos de maneira superficial. Esse fato se traduz em repetência e evasão escolar na graduação, ou seja, o estudante desiste porque não tem as bases adequadas para prosseguir seus estudos. Os cursos de ensino superior nas áreas de exatas sentem esse impacto de maneira assustadora e as principais universidades têm ações voltadas para recuperar esses alunos. Quase todas as instituições de ensino superior, sejam públicas ou privadas, contém cursos de nivelamentos voltados para esse fim. Até mesmo instituições de ensino médio tem algo voltado para esse propósito. Na busca de uma metodologia adequada para esse intuito a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel passa a ser uma importante aliada, uma vez que sua essência é sempre considerar os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo. Usar esses conhecimentos é otimizar o tempo e sedimentar de maneira significativa os conhecimentos insuficientes que eles tinham. A presente proposta mostra que esse ato de nivelar alunos em termos de conhecimentos pode ser feita em qualquer nível de conhecimento. Neste sentido uma série de ações foram tomadas a fim de organizar um curso que pudesse ser aplicado em escola de ensino médio, com turmas de terceiro ano, e no primeiro semestre da universidade em cursos que envolvam disciplinas de Matemática e Física. Inicialmente, realizou-se um levantamento junto a professores do ensino médio dos principais problemas no processo de ensino dos conteúdos e qual (quais) bibliografia (as) adotada (as) na disciplina de Física. Em seguida foi feito o convite à escola para adesão a proposta. Os assuntos escolhidos para o curso de nivelamento foram conteúdos de Matemática Básica como: potências, racionalização, produtos notáveis, funções de primeiro e segundo graus. Já na parte da Física seguiu-se com: grandezas físicas, unidades de medidas, referencial, velocidade média, movimento uniforme, movimento uniformemente variado e leis de Newton. A proposta foi implantada na escola EEEFM Professor Paulo Freire, na cidade de Presidente Médici – RO. A princípio foi aplicado um pré-teste que serviu de Perfil de Entrada para analisar os conhecimentos prévios dos alunos, buscar possíveis subsunçores e organizar as aulas. A turma foi formada por 20 alunos de 3º Ano, os encontros tinham duração de duas horas com uma periodicidade de duas vezes por semana. A metodologia das aulas seguiu o princípio da Aprendizagem Significativa sempre trabalhando com conhecimentos prévios e se promovendo dos subsunçores encontrados na rotina das aulas. O Perfil de Saída referendado no pós-teste mostrou a viabilidade da proposta e os ganhos adquiridos pelos alunos. O curso de nivelamento mostrou ser uma ferramenta importante na melhoria da aprendizagem significativa e revelou, que o entendimento do cuidado e da atenção que devemos ter com os conhecimentos que o educando traz consigo, é peça fundamental dentro de uma engrenagem que tem o poder de reduzir desigualdades e melhorar a condição de cidadania de cada indivíduo.

Palavras-chaves: Aprendizagem significativa. Conhecimentos prévios. Nivelamento.

ABSTRACT

Brazilian high school has not adequately prepared students for either life or graduation. The programmatic contents are not seen in their entirety, or at most, are seen superficially. This fact translates to repetition and dropout in school, that is, the student gives up because he does not have the adequate basis to continue his studies. Higher education courses in the exact areas feel this impact in a frightening way and the main universities have actions aimed at recovering these students. Almost all higher education institutions, whether public or private, contain training courses for this purpose. Even high schools have something for that purpose. In searching for a suitable methodology for this purpose the theory of Meaningful Learning of David Ausubel becomes an important ally, since its essence is always to consider the previous knowledge that students bring with them. Using this knowledge is to optimize time and to sediment significantly the insufficient knowledge that they had. The present proposal shows that this act of leveling students in terms of knowledge can be done at any level of knowledge. In this sense a series of actions were taken in order to organize a course that could be applied in high school, with classes of third year, and in the first semester of the university in courses involving Mathematics and Physics subjects. Initially, a survey was carried out with high school teachers about the main problems in the process of teaching contents and which bibliography was adopted in the Physics discipline. Then the proposal was made to the school. The subjects chosen for the leveling course were Basic Mathematics contents such as: powers, rationalization, remarkable products, first and second degree functions. Already in the Physics part it was followed with: physical quantities, units of measures, referencial, average speed, uniform movement, uniformly varied movement and laws of Newton. The proposal was implemented at the EEEFM Professor Paulo Freire School, in the city of Presidente Médici - RO. Initially, a pre-test was applied, which served as an Entry Profile to analyse the students' previous knowledge, to search for possible subsumer and to organize the classes. The class was made up of 20 students of 3rd Year, the meetings lasted two hours with a frequency of twice a week. The methodology of the classes followed the principle of Significant Learning always working with previous knowledge and propagating itself in the subsumer found in the class routine. The Outcome Profile approved in the post-test showed the feasibility of the proposal and the gains acquired by the students. The leveling course proved to be an important tool in the improvement of meaningful learning, and also revealed that the understanding of the care and attention that we should have with the knowledge that the learner brings with him is a fundamental part within a gear that has the power to reduce inequalities and improve the citizenship condition of each individual.

Keywords: Meaningful learning. Previous knowledge. Leveling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1-Mapa conceitual sobre as leis de Newton. 26
Figura 2.2- Representação geométrica do quadrado da soma de dois termos 34
Figura 2.3-Diagrama de flechas representando um função de A em B. 36
Figura 2.4 - Representação do ponto no plano cartesiano. 36
Figura 2.5 - Gráfico da função f. 36
Figura 2.6 - Gráfico de uma função crescente. 37
Figura 2.7 - Gráfico de função decrescente. 37
Figura 2.8 - Função com intervalos crescentes e decrescentes. 38
Figura 2.9 - Representação gráfica da função 39
Figura 2.10 - Gráficos de funções afim a partir dos valores do coeficiente a. 40
Figura 2.11- Concavidades da parábola. 41
Figura 2.12 - Gráfico da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$ 43
Figura 2.13- Referenciais a partir de dois pontos distintos. 46
Figura 2.14 - Um sistema inercial com referencial e móvel. 47
Figura 2.15 - Gráfico do s×t no MRU. 49
Figura 2.16 - Gráfico da no MRU. 50
Figura 2.17 - Gráfico da no MRUV. 51
Figura 2.18 - A concavidade da parábola de acordo com o sinal de a. 53
Figura 2.19 - Lançamento vertical para cima. 54
Figura 2.20 - Quando o ônibus acelera os passageiros são lançados para trás. 58
Figura 2.21- Quando o ônibus freia, os passageiros sãos lançado para frente. 58
Figura 2.22 - Força resultante (Fr) consequência da combinação de forças. 59
Figura 2.23 - Par de forças ação e reação no cabo de guerra entre os carros. 60
Figura 3.1-- Fluxograma do planejamento e aplicação do produto educacional. 63
Figura 4.1 - Resolução da questão 2 pelo aluno A1. 70
Figura 4.2 - Resolução da questão pelo aluno A4. 70
Figura 4.3 - Resolução da questão 3 pelo aluno A2. 71
Figura 4.4 - Resolução da questão 3 pelo aluno A5. 71
Figura 4.5 - Resolução da questão 3 pelo aluno A25. 71
Figura 4.6 - Resolução da questão 3 pelo aluno A28. 71

Figura 4.7 - Resolução da questão 4 pelo aluno A15. 72
Figura 4.8 - Resolução da questão 4 pelo aluno A21. 72
Figura 4.9 - Resolução da questão 4 pelo aluno A30. 72
Figura 4.10 - Resolução da questão 5 pelo aluno A38. 73
Figura 4.11 - Resolução da questão 5 pelo aluno A3. 73
Figura 4.12 - Mapa conceitual sobre função quadrática. 78
Figura 4.13- Mapa conceitual sobre função quadrática confeccionado pelo aluno A13 79
Figura 4.14- Mapa conceitual do MRU. 80
Figura 4.15- Mapa conceitual construido pelo aluno A2 sobre MRU. 81
Figura 4.16 - Resolução do exemplo 1 pelo aluno A6. 82
Figura 4.17- Segunda lista de exercício. 83
Figura 4.18 - Resolução da questão 1 pelo aluno A2. 86
Figura 4.19 - Resolução da questão 2 do pós-teste pelo aluno A2. 86
Figura 4.20 - Resolução da questão 3 pelo aluno A4. 87
Figura 4.21 - Resolução da questão 4 pelo aluno A15. 87
Figura 4.22 - Resolução da questão 5 pelo aluno A4. 88
Figura 4.23 - Resolução correta da questão 5. 88
Figura 5.1- Resolução do exercício 9 da primeira lista pelo aluno A2. 90
Figura 5.2- Resolução da questão 2 da 4ª lista pelo aluno A6. 90
Figura 5.3- Mapa conceitual criado pelo aluno A2. 91
Figura 5.4 - Mapa conceittual construido pelo aluno A2 92
Figura 5.5 - Avaliação do curso pelo aluno A12. 95
Figura 5.6- Avaliação do curso pelo aluno A2. 96
Figura 5.7- Avaliação do curso pelo aluno A10. 97
Figura 5.8 - Avaliação do curso pelo aluno A9. 98

LISTA DE QUADRO

Quadro 4.1 - As questões do pré-teste e os possíveis subsunçores. 69
Quadro 4.2 - Conteúdos trabalhados, a introdução dos assuntoe os possiveis subsunçores. ...75
Quadro 4.3- Divisão dos tópicos por encontro. 75
Quadro 4.4 - Questões do pós-testes e os assuntos envolvidos.. 84

LISTA DE TABELA

Tabela 2.1 - Resultados da disciplina de Matemática, em Engenharia de Pesca, e Cálculo I em Zootecnia no período de 2013/2 a 2017/1. 29
Tabela 2.2- Os pares ordenados formados com os valores de *y* obtidos a partir dos valores atribuídos a *x*. 39
Tabela 2.3 - Unidades fundamentais do SI. 45
Tabela 5.1 – Comparitivo entre os acertos do pré-teste e pós-teste. 93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1- Rendimentos dos alunos por questão no pré-teste. 69
Gráfico 4-2- Rendimentos dos alunos por questão no pós-teste. 85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular.

CGPM - Conferência Geral de Pesos e Medidas.

CNE - Conselho Nacional de Educação.

EEEFM - Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio.

EJA - Educação de Jovens e Adultos.

EMMETEC - Ensino Médio com Mediação Tecnológica.

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio.

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.

MEC - Ministério da Educação e Cultura.

MRUV - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.

MUV - Movimento uniformemente variado.

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais.

SI - Sistema Internacional de Unidades.

UNIR - Fundação Universidade Federal de Rondônia.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 19
2.1 DEFASAGEM NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA E FÍSICA NO BRASIL 19
2.2 CONTRIBUIÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA 23
2.3 CURSOS DE NIVELAMENTO NO BRASIL 26
2.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE MATEMÁTICA E FÍSICA 30
2.4.1 Potências 30
2.4.2 Racionalização 32
2.4.3 Produtos notáveis 33
2.4.4 Funções 35
2.4.5 Função Afim ou Polinomial 38
2.4.6 Função quadrática 40
2.4.7 Grandezas físicas 44
2.4.8 Partícula, corpo extenso e referencial 45
2.4.9 Velocidade 47
2.4.10 Movimento Retilíneo Uniforme - MRU 48
2.4.11 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV 50
2.4.12 Movimento vertical 54
2.4.13 Conceito de força 55
3 METODOLOGIA 61
3.1 PASSO A PASSO DO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DAS AULAS COM O PRODUTO EDUCACIONAL 61
3.2 LOCAL DA PESQUISA 63
3.3 METODOLOGIA USADA PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO EM SALA DE AULA 64
3.4 AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DA PESQUISA 64
3.5 INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS 65
4 O PRODUTO EDUCACIONAL 67
4.1 APLICAÇÃO E RESULTADO DO PRÉ-TESTE 67

4.2 PREPARAÇÃO DO CURSO DE NIVELAMENTO 74
4.3 APLICAÇÃO E RESULTADO DO CURSO DE NIVELAMENTO 76
4.3.1 Aplicação e resultado da proposta didática 77
4.4 APLICAÇÃO E RESULTADO DO PÓS-TESTE 83
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO 89
5.1 AVALIAÇÃO DO CURSO DE NIVELAMENTO 94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 99
REFERÊNCIAS 100
APÊNDICE A – PRÉ-TESTE 105
APÊNDICE B – PÓS -TESTE 106
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DO CURSO 107
APÊNDICE D – 1ª LISTA DE EXERCÍCIOS 108
APÊNDICE E – 2ª LISTA DE EXERCÍCIOS 109
APÊNDICE F – 3ª LISTA DE EXERCÍCIOS 111
APÊNDICE G – 4ª LISTA DE EXERCÍCIOS 113
APÊNDICE H – 5ª LISTA DE EXERCÍCIOS 115
APÊNDICE I - TERMO DE AUTORIZAÇÃO 117
APÊNDICE J - O PRODUTO EDUCACIONAL 118

1 INTRODUÇÃO

É comum ouvir afirmações de que o ensino médio da rede pública brasileira não prepara o aluno de maneira adequada. Os conteúdos programáticos para cada série acabam não sendo trabalhados em sua totalidade e assuntos de extrema importância são vistos parcialmente ou muitas vezes deixados de lado. Tais conteúdos que não são vistos no tempo correto prejudicam o andamento lógico dos assuntos que serão abordados na série subsequente.

Os fatores que causam essas deficiências são inúmeros, que vão desde carga horária insuficiente, passando por metodologia equivocada, desinteresse por partes dos alunos, fatores pessoais, sociais, dentre outros. Com esta formação deficitária enfrentar um curso superior que tenha uma carga horária extensa em disciplinas de exatas tem sido extremamente complicado e penoso.

Saviani (1999) alerta que, a educação pode ser entendida como um processo pelo qual é transmitido aos indivíduos conhecimentos e atitudes necessárias para que eles tenham condições de se integrar à sociedade. A lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, em seu artigo 35, destaca as finalidades do ensino médio: Consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental dando assim prosseguimento aos estudos; preparação para o trabalho e cidadania podendo ser capaz de se adaptar as evoluções que possam ocorrer; formação ética passando pela autonomia intelectual e pensamento crítico; compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, colocando desta forma a teoria em prática (BRASIL, 1996).

Percebe-se que algumas destas finalidades não estão sendo atingidas e os reflexos disto se traduzem em elevados índices de repetência e evasão nos cursos de graduação, principalmente aqueles nas áreas de ciências exatas. Há que se falar também de custos, para os órgãos mantenedores das instituições, na medida em que cada vez menos acadêmicos conseguem se formar no tempo correto, dispensando assim considerável quantidade de recursos para o atendimento a turmas especiais e vagas ociosas.

Dentre as disciplinas do ensino médio que tem maiores problemas com defasagem de conteúdo e aprendizagem insuficiente, a Física e Matemática ocupam um lugar de destaque (SILVA FILHO et al., 2007).

A Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) possui uma estrutura multicampi com oito unidades espalhadas em Rondônia, a saber: Porto Velho, Guajará Mirim,

Ariquemes, Ji-Paraná, Presidente Médici, Rolim de Moura, Cacoal e Vilhena. Em boa parte desses *campi* há cursos na área de exatas que necessitam dos alunos egressos do ensino médio, uma base adequada em disciplinas como Física, Matemática, Química e Língua Portuguesa. Entre outros fatores essa formação deficitária tem contribuído de maneira significativa para o aumento do número de repetência e evasão. Os enfrentamentos a estes problemas deverão certamente acontecer no âmbito de cada instituição e de cada disciplina, uma vez que as reformas do ensino médio foram regulamentadas em fevereiro de 2017 (FARJADO, 2017).

A questão da qualidade do ensino médio no Brasil é tão grave, que um mês após assumir a presidência da república o presidente Michel Temer, em 2016, usou uma medida provisória para alterar o currículo do ensino médio no Brasil. Vale aqui ressaltar que medidas provisórias são dispositivos jurídicos com força de lei que atacam problemas extremamente relevantes e que necessitam de urgência em sua resolução. Posteriormente, essa medida provisória foi convertida na Lei nº 13.415 de 2017. As alterações mais impactantes na lei são sobre a carga horária, que amplia gradativamente de 800 horas anuais para algo em torno de 1400 horas, e o caráter de integralidade do novo ensino médio.

Com igual impacto destaca-se também a composição do currículo do ensino médio sendo composto por uma base nacional comum que segue itinerários formativos: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, Ciências Humanas e Sociais aplicadas, e Formação técnica e profissional. Críticas à parte pondera aqui a tentativa de romper com a inércia que durante muito tempo tomou conta da política voltada para a educação no Brasil (FARJADO, 2017).

Os cursos de nivelamento e os citados programas de monitoria têm sido usados com importantes aliados no enfrentamento do problema em questão. Essas ações em geral acontecem concomitantemente com as disciplinas da graduação, o que em primeira análise podem acarretar problemas de sequências. Nivelar por definição deve acontecer antes do fato em si (graduação), e para ser exequível o fator tempo tem que ser analisado com cuidado, não pode ser curto sob o risco de ser superficial demais, e nem pode ser demasiadamente longo sob o risco de se confundir com a própria graduação (BARRETO et al., 2011). Pensar em uma proposta de nivelamento em Mecânica é também pensar num nivelamento em Matemática principalmente nas operações básicas.

Ainda no caso específico de Física, a deficiência começa no tópico de Mecânica. Sendo este tópico a porta de entrada para os demais conteúdos. Conhecimentos bem sólidos e

significativos em Mecânica tornariam os outros conteúdos do Ensino da Física muito mais compreensíveis.

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo uma proposta de curso de nivelamento em Física com conteúdos de Mecânica e Matemática Básica, do ensino médio, norteados pela teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, como proposição de superação da deficiência destes conteúdos. O público alvo do curso são alunos do ensino médio com dificuldades na sequência dos conteúdos ou alunos ingressantes em cursos superiores. O projeto traz como produto educacional a elaboração de um Caderno Didático com os assuntos trabalhados.

Para nortear a proposta deste trabalho, o capítulo 2 será dedicado à fundamentação teórica abordando as principais correntes que visam uma boa aprendizagem culminando com a Aprendizagem Significativa de Ausubel. Ainda neste mesmo capítulo ter-se-á uma fundamentação teórica da parte de Matemática e Física.

O capítulo 3 por sua vez versará sobre a metodologia usada descrevendo como foi o planejamento, a preparação e a aplicação do produto educacional. No capítulo 4 está uma descrição resumida do que é o produto educacional e da aplicação do mesmo. Já o capítulo 5 faz uma análise e discussão dos resultados da aplicação da proposta e qual foi à opinião dos alunos a respeito do material utilizado e da metodologia que o professor aplicou. E finalmente no capítulo 6, um espaço para as considerações finais com uma abordagem direta das dificuldades encontradas e das sugestões para uma replicação da proposta por outro professor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresentam-se questões sobre o ensino de Física no Brasil, algumas considerações sobre a defasagem na aprendizagem de Matemática e Física; contribuições da aprendizagem significativa, conceitos sobre a teoria da aprendizagem significativa formulada por David Ausubel e colaboradores; os cursos de nivelamentos oferecidos pelas universidades brasileiras e os acontecimentos relacionados à origem desses cursos; bem como uma revisão da literatura dos assuntos de Matemática e Física que serão abordados.

2.1 DEFASAGEM NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA E FÍSICA NO BRASIL

A cidade de Presidente Médici, localizada na região central de Rondônia, conta com três escolas estaduais de ensino fundamental e médio regular e uma escola que atua em nível de Educação de Jovens e Adultos - EJA. Anualmente cerca de 200 jovens e adultos concluem o ensino médio e teoricamente estão preparados para entrarem em um curso superior. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB faz anualmente um estudo acerca dos números que atestam a qualidade do ensino médio no Brasil, e os números para o município de Presidente Médici referente ao ano de 2017 é 4,3, em uma escala que vai até 10. Salienta-se que esse estudo é feito em cima das notas do ENEM.

Em uma leitura direta desse dado, na melhor das hipóteses tem-se então uma defasagem/insuficiência de metade dos conteúdos na média geral. Isto equivale dizer que nos casos específicos de Física e Matemática, o futuro acadêmico de cursos que dependam destas disciplinas, como por exemplo, Zootecnia e Engenharia de Pesca, chegariam para sua aula inaugural sabendo menos da metade dos conteúdos que deveria saber.

Este grave problema precisa ser enfrentado e resolvido, ações devem ser tomadas tanto, em nível de instituição, quanto de políticas governamentais no sentido de fortalecer a caráter preparatório do ensino médio. Nessa linha a Secretaria Estadual de Educação do Estado de Rondônia publicou em 2016, a portaria Nº. 2944/2016-GAB/SEDUC de 30 de setembro de 2016, que estabelece os critérios para uma adesão voluntária ao sistema de progressão parcial.

> **Art. 1º** Estabelecer normas para operacionalização da Progressão Parcial nas escolas da rede pública estadual de ensino.

> **Parágrafo único**. Entende-se por Progressão Parcial, o regime de oferta educacional em que o estudante passa a cursar o ano subsequente, mesmo não tendo sido aprovado em todos os componentes curriculares em que esteve matriculado no ano escolar anterior.
>
> **Art. 2º** A Progressão Parcial de que trata esta Portaria constitui-se em direito público subjetivo de todos os estudantes matriculados, do 6º (sexto) ano do ensino fundamental, até o 2º (segundo) ano do ensino médio, da Educação Básica.
>
> **Parágrafo único**. Os estudantes do 3º (terceiro) ano da etapa Ensino Médio serão atendidos pelo regime de Retenção Parcial.
>
> **Art. 3º** Todas as escolas regularizadas da rede estadual de ensino deverão ofertar a Progressão Parcial, organizada em seu Projeto Político Pedagógico e Regimento Escolar, nos componentes da Base Nacional Comum, a estudantes que dela necessitem, mesmo que não estejam regularmente matriculados na mesma.

Em que pese à crítica a portaria e ao Programa de Progressão Parcial percebe-se claramente uma maneira equivocada de resolver o problema em nível de políticas governamentais. Em uma situação hipotética: o aluno vai para o segundo ano do ensino médio sem ter alcançado o mínimo no ano anterior. Empurra-se o problema para frente num claro prejuízo a sequência lógica dos conteúdos.

Não obstante a eficiência das políticas governamentais também se depara com o tempo que elas levam para surtir seus efeitos. Na esfera federal as discussões acerca da reforma do ensino médio avançam de maneira lenta. Essas discussões se transformaram na Medida Provisória (MP) nº 746, de 26 de setembro de 2016, que posteriormente foi convertida na Lei nº 13.415 de 2017.

De acordo com a referida lei o currículo do ensino médio será definido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e seguirá os chamados "itinerários formativos" mencionados na introdução (FAJARDO, 2017). Não haverá obrigatoriedade da escola em oferecer todas cinco áreas, mas deverão oferecer ao menos uma delas. Na parte referente à carga horária, o texto afirma que 60% dela sejam ocupadas obrigatoriamente pelos itinerários da BNCC e os outros 40% atenderá as preferências dos alunos e oferta da escola, sempre seguindo as orientações que forem definidas pela Base Comum.

Em 26 de julho de 2018, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) publicou um Boletim no qual informava que tinha sido aprovada uma carta a ser enviada ao Conselho Nacional de Educação (CNE), solicitando a reformulação da proposta da BNCC para o ensino médio. O documento solicitava ainda a revogação da Lei nº 13.415, de 2017, que abre possibilidade para o fim da obrigatoriedade da área de Ciências da Natureza no ensino médio (SBF, 2018a). A SBF requeria a CNE a devolução, ao MEC, da proposta da BNCC para reavaliação e que a

lei fosse modificada de forma a não privilegiar algumas áreas do conhecimento em detrimento de outras.

De forma resumida, os três pontos elencados na carta da SBF, os quais ela considera danosos para o ensino dos conteúdos das Ciências da Natureza são que não há previsão no texto de carga horária mínima para Ciências da Natureza tão pouco de Física; a presença dos itinerários estará atrelada as condições específicas da rede escolar, se a escola não tiver condições de oferecer eles não serão obrigatórios; não há objetivos de aprendizagem, o que de certa forma inviabiliza a proposta de uma Base Nacional Comum, devido à inexistência de tópicos comuns à formação de todos os alunos (SBF, 2018a, 2018b).

Contudo, quatro meses depois, em novembro de 2018, a SBF recebeu de volta do CNE a última versão para a BNCC do ensino médio, consistindo na versão que foi aprovada pelo CNE, sem a revisão dos itens apontados em nota encaminhada pela SBF ao CNE (SBF, 2018b). Logo, o que era preocupação se transformou em realidade, pois em 04 de dezembro de 2018, o CNE decide pela aprovação da proposta da BNCC do ensino médio, que em linhas gerais prevê que apenas Matemática e Português tenham carga horária obrigatória em todos os três anos do ensino médio. Os demais conhecimentos poderão ser distribuídos ao longo destes três anos. De acordo com o presidente do CNE no ensino será dada ênfase a situações problemas que envolvam várias disciplinas ao mesmo tempo (OLIVEIRA; MOREIRA, 2018).

As disciplinas de Matemática e Física devem ser entendidas como disciplinas em que o progresso se dá a partir dos conhecimentos adquiridos anteriormente por meio da construção de novos conceitos. A relação do cotidiano do educando com os conteúdos sistematizados a serem trabalhados em sala de aula é o fator essencial no desenvolvimento de qualquer que seja a disciplina. Neste sentido os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) apresentam que “o educando deverá ser capaz de contribuir na comunidade onde está inserido, a partir do processo de ensino-aprendizagem” (BRASIL, 1997).

Como fator limitante deste progresso no Brasil, é notório a falta de profissionais habilitados nas áreas de Matemática e Física em atuação nas salas de aulas no ensino fundamental e médio. Pela escassez de profissionais habilitados é muito comum que professores de outras áreas, muitos são bacharéis sem formação didática, ministrarem essas disciplinas. Contudo, sem a preparação devida desses professores, os conteúdos são tratados de maneira tal que a memorização mecânica e a reprodução são priorizadas em detrimento de uma ligação com a vivência diária do aluno, de modo quase artificial (SALDAÑA, 2017).

Em Rondônia, como forma de sanar a falta de professores habilitados e garantir a aplicação da legislação no que tange ao acesso dos educandos ao ensino, criou-se o Projeto de Ensino Médio com Mediação Tecnológica (EMMETEC), tendo por finalidade: o fortalecimento e expansão do Ensino Médio, combater as desigualdades educacionais por meio da defesa do ensino de qualidade para todos, e garantir a prioridade no atendimento à juventude. Este projeto tinha como destino as comunidades de difícil acesso e com demanda reprimida; e melhores condições de cidadania, trabalho e de inclusão social aos estudantes desse segmento populacional (RONDÔNIA, 2016).

Assim, o EMMETEC nasceu em Rondônia como forma de levar o acesso à educação nos locais de difícil acesso, porém tornou-se uma forma do Governo do Estado, sanar a falta de professores de áreas especificas como Matemática e Física, que em função dos baixos salários não atraem novos profissionais. O projeto iniciou no ano de 2016, com atendimento a 2.000 alunos em 85 escolas, já em 2017, foram 122 escolas com 4.366 alunos, ou seja, passou a atender a todas as escolas que tinham dificuldades em ter professores presenciais (LIMA, 2018).

Nos dias atuais os problemas socioambientais e culturais se intensificam cada vez mais. Formar alunos que compreendam ou solucionem essas questões dentro da comunidade onde vivem deveria ser o foco principal de cada escola. Neste sentido o EMMETEC não atende esta formação face que o professor tutor, que ministra conteúdos de Matemática e Física, está distante do cotidiano dos estudantes o que torna penoso o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que os alunos são de diferentes comunidades e regiões e frequentam as mesmas aulas, isto quando a *internet* funciona.

No ensino presencial por mediação tecnológica, a única fonte de interação é dada pelo uso da *webcam* (NOGUEIRA; SOUZA, 2016). O que se observa é que os conteúdos são expostos apenas de maneira teórica, sem troca de experiências entre professores e alunos, ou seja, em lugar de comunicar-se, o educador faz comunicados, e ao invés do aprendizado, acaba gerando “memorização Mecânica” (FREIRE, 2005, p. 107).

Soma-se a esses fatos a carga horária insuficiente das escolas públicas que impede o aprofundamento dos assuntos ou quando não a exclusão de alguns deles. Todas essas defasagens corroboram para uma formação deficiente (ROSA, W.; ROSA, B., 2005).

Outros fatores além dos até aqui citados também contribuem para esta defasagem de ensino-aprendizagem: desmotivação profissional, relações ou conflitos familiares, e falta de estrutura do ambiente escolar (SILVA, 2015).

Moreira (2011, p. 53) acena sobre os malefícios de uma aprendizagem Mecânica, que faz com que os alunos carreguem essas deficiências para a vida universitária:

> Quando chegam à universidade, não têm subsunçores para dar conta das disciplinas básicas, o que foi aprendido mecanicamente e serviu para o exame de ingresso já foi esquecido ou "deletado". Por outro lado, na universidade o esquema é o mesmo – copiar, memorizar, reproduzir e esquecer – talvez mais exigente na memorização Mecânica e na reprodução, gerando altos índices de reprovação em disciplinas como, por exemplo, Física e Cálculo.

Esse ciclo vicioso de profissionais inabilitados, carga horária insuficiente e aspectos sociais dos mais diversos tipos prejudicam de maneira assustadora o ensino das ciências no Brasil.

2.2 CONTRIBUIÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Saber como as informações chegam e são processadas em nosso cérebro tem sido ao longo do tempo o objeto de estudo de inúmeros teóricos. A compreensão do processo ensino-aprendizagem é parte fundamental da ação de ensinar e aprender.

Freire (2005) defende o diálogo como mecanismo fundamental de todo o processo ensino-aprendizagem. Em sua concepção o professor não é um ser absoluto. O aluno precisa ser ouvido, seus conhecimentos prévios considerados de tal forma que toda a preparação de uma aula deve sempre partir desse pressuposto. Alonso (2005) destaca a importância da convivência na relação professor-aluno-colegas, que tanto pode ocorrer da forma tradicional quanto por meios modernos. Dessa convivência nasce a troca de experiências e informações que são aspectos fundamentais para o avanço do conhecimento.

Saviani (1999) complementa destacando a importância da assimilação do conhecimento por parte dos alunos: dessas condições brotam o desenvolvimento do olhar crítico e uma postura ativa frente ao seu papel de cidadão transformador da sociedade. Vigotsky (2007) ensina que a aprendizagem necessita de um mediador, que seja mais experiente, que reconheça os conhecimentos prévios do indivíduo e possa promover a aprendizagem ampliando o nível conceitual do aprendiz. Ausubel (1980) enfatiza que para que ocorra a aprendizagem, é imperativo partir daquilo que o aluno já sabe. Professores devem criar situações didáticas com vistas a descobrir esses conhecimentos, os quais ele chamou de conhecimentos prévios.

No contexto do ensino da Física, Rosa W. e Rosa B. (2005), criticam a forma como as ciências exatas de uma maneira geral são tratadas por parte de professores e editoras de livros didáticos: a resolução de exercícios ganha destaque em detrimento aos conceitos, dito de outra forma a mera resolução de exercícios passa a ser o objetivo final de todo o processo. Seguindo ainda em sua crítica eles destacam que os exercícios são em sua quase totalidade apresentados como Matemática aplicada.

O mecanicismo das aulas de Física tem sido um fator negativo no processo ensino-aprendizagem, não se pode apenas saber Física é também fundamental que o professor saiba ensina-la. O zelo com o detalhamento e o planejamento das atividades devem ser os norteadores da boa prática, sempre atrelados a um espírito de indagação e esforço continuo para explicar e concluir (NASCIMENTO, 2010). Sob a ótica construtivista, que considera o conhecimento prévio do aluno, o trabalho cooperativo, entre outros, parecem ter sido incorporados pelos professores. A grande maioria deles sabe da importância desses pilares, mas há dúvidas se é realmente a base de uma nova prática (GARCIA; POSO, 2017).

Diante do exposto, percebe-se o quão complicado é o processo de ensino-aprendizagem. As teorias vão ao infinito, os teóricos são muitos e as propostas encontram inúmeros defensores. Não se trata de uma simples opção. Nesse sentido a "Aprendizagem Significativa" de David Ausubel defende uma proposta, cuja essência ele assim define "A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva." (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34).

A aprendizagem significativa está norteada no vivido, desvendar o que o aluno já sabe é parte fundamental de todo o processo. Desse ponto é que se constrói o seu próprio mundo, dia a dia e as percepções vão se fazendo por meio de ações e explorações, compreensão e reflexão sobre aquilo que está a sua volta (MASINI, 2011).

Tal aprendizagem se caracteriza como uma interação não literal e não arbitrária entre conhecimentos prévios, chamados de subsunçores ou ideia-âncora, e conhecimentos novos (MOREIRA, 2010). E de uma maneira geral a partir das interações, um subsunçor adquire um significado novo tornando-se mais diferenciado, assumindo o papel de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

O subsunçor é um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Para Ausubel o aspecto mais relevante para que ocorra a aprendizagem significativa é este conhecimento prévio. Estes seriam uma

espécie de banco de dados onde os novos conhecimentos encontrariam significados (MOREIRA, 2012). No caso específico do ensino de Física os conteúdos de Mecânica seriam os subsunçores para os demais assuntos.

Ausubel destaca dois princípios que devem ser usados como recursos facilitadores da aprendizagem significativa: i) Princípio da diferenciação progressiva, o assunto deve ser apresentado de tal forma que as ideias mais gerais e inclusivas sejam antes apresentadas e progressivamente diferenciadas, com os detalhes e especificidades necessárias; ii) Princípio da reconciliação integrativa, a programação do material de ensino deve ser feita para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (MASINI, 2011).

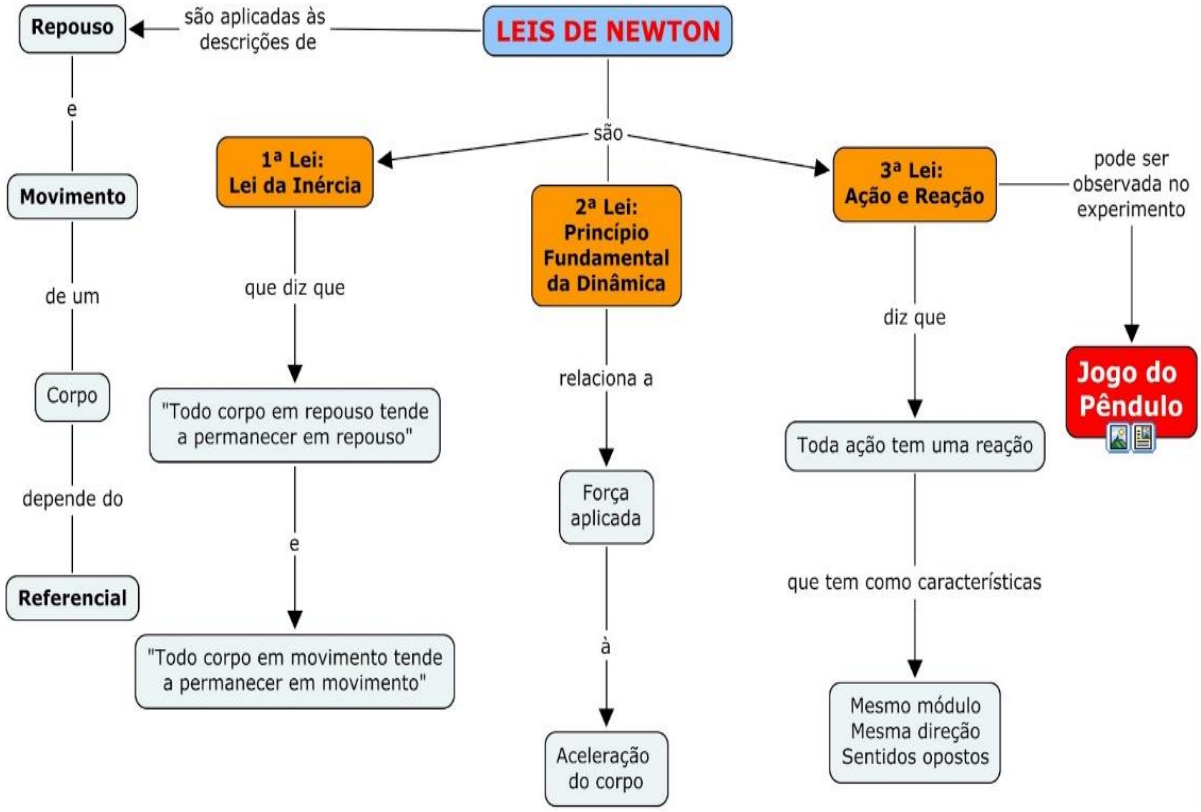
Os alunos precisam estar predispostos para que aconteça uma aprendizagem significativa. O professor deve despertar no aluno uma busca pelo conhecimento, dando suporte, organizando o trabalho e o tempo pedagógico de forma que permanentemente eles se sintam sempre motivados. Uma aprendizagem de qualidade ocorre quando o sujeito busca entender o significado do que estuda fazendo relação com os conhecimentos adquiridos anteriormente (subsunçor), compreendendo e interagindo com os mesmos (BRITO, 2012).

No sentido de facilitar a aprendizagem ganha especial destaque na aprendizagem significativa o uso de mapas conceituais ou mapas de conceitos que são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras usadas para representar conceitos. Esses mapas usam formas geométricas para relacionar os conceitos. Possuem uma organização hierárquica, iniciando com os conceitos mais gerais (abrangentes) e sendo progressivamente detalhados, com a ajuda de termos de ligação. Podem ser usados em diversas situações, é possível traçar–se um mapa para uma única aula, para uma unidade e assim segue, mas sempre guardando sua característica fundamental de organizador do conhecimento (MOREIRA, 2012).

A figura 2.1 mostra um mapa conceitual das leis de Newton organizadas de maneira a facilitar o seu entendimento. Note a presença dos elementos que compõem um bom mapa: Conceito inicial, termo de ligação e conceito final.

A ênfase na exploração do vivido pelo aluno por parte dessa teoria aqui apresentada faz com que ela seja muito usada como metodologia em segmentos de educação complementar, segmentos esses que procuram sanar deficiências de alunos que não tiveram a formação adequada em sua vida escolar, os quais destacam os cursos de nivelamento.

Figura 2.1-Mapa conceitual sobre as leis de Newton.



Fonte: SESTARI, 2012.

2.3 CURSOS DE NIVELAMENTO NO BRASIL

É notável o crescimento das matriculas nas instituições públicas e privadas de ensino superior no Brasil na última década. Em 2006, foram 4,94 milhões de matrículas. Em 2010, esse número subiu para 6,4 milhões; em 2014, para 7,83 milhões; e em 2016, para 8,05 milhões (SANTOS, 2016). Isso representa uma média de crescimento de 5% ao ano. Quando se compara apenas os anos de 2015 (8,03 milhões) e 2016 (8,05 milhões) percebe-se uma queda no ritmo de crescimento em relação aos anos anteriores. Essa diminuição no ritmo de crescimento em 2016 se explica, em parte, pela queda do número de matrículas na rede privada. Nesse segmento em 2015, foram registradas 6,07 milhões de matrículas, número que caiu para 6,05 milhões em 2016, uma queda de 0,2%. Já as matrículas nas públicas no mesmo período aumentaram de 1,95 milhão para 1,99 milhão, um crescimento de 1,9% (PEDUZZI, 2017).

Essa quantidade numerosa de novos acadêmicos ingressantes nos mais diversos cursos superiores trazem consigo inúmeras particularidades, que são fatores imperativos no término de sua graduação. Fatores sociais, econômicos e pessoais são os grandes vilões da permanência na graduação, tanto é que o MEC aponta como um dos fatores na redução do número de matrículas, na rede privada, em 2016, a crise econômica que se abateu sobre o Brasil nos últimos quatro anos (PEDUZZI, 2017). Na mesma linha dos fatores impeditivos à continuidade da graduação, ganha especial destaque a formação insuficiente dos alunos ingressantes.

Darcy Ribeiro e Anísio Teixeira já na década de 60 alertavam para a péssima qualidade do ensino fundamental e médio no Brasil (SACRAMENTO; SOBRAL, 2013). A falta da base adequada para dar continuidade à formação acadêmica tem provocado aumento no número de repetência e evasão. Os prejuízos são enormes, pois toda uma infraestrutura fica ociosa quando as turmas se reduzem de forma tão drástica. Do ponto de vista social, sonhos são interrompidos e futuros bons profissionais nem chegam ao mercado de trabalho (PRESTES, 2018).

As instituições de ensino superior ao longo dos últimos anos têm se atentado a esta problemática e ações no sentido de mitigar os efeitos dessa formação insuficiente têm sido tomadas. As ações investem em diversas frentes: auxílios transporte, moradia alimentação, aluguel, creche, permanência, dentre outros (VELLEI, 2018), que são ações que levam em conta um aporte financeiro a fim de que o acadêmico não desista. Do ponto de vista da bagagem intelectual as ações estão voltadas a reforçar uma base deficitária que o acompanha desde o ensino fundamental: programas de monitoria e cursos de nivelamento. Quase todas as universidades têm cursos de nivelamento em suas estruturas pedagógicas, o universo vai das instituições federais, estaduais, municipais chegando até às particulares.

Os cursos de nivelamento têm por objetivo geral dar ao aluno as bases necessárias para o entendimento de determinado assunto, através de revisão dos conteúdos, por meio de explicações e de atividades dirigidas. Assuntos esquecidos ou não estudados são reapresentados aos alunos dando as condições necessárias para que eles logrem êxitos em seus estudos (REVISTA ELETRÔNICA INTERDISCIPLINAR, 2017).

Na esfera das discussões a respeito da linha pedagógica que deve seguir um curso de nivelamento, destaca-se a aprendizagem significativa de David Ausubel. A metodologia do "PlayCálculo", usada na Universidade de Brasília (UnB) Gama, converge para este sentido (FRAGELLI et al., 2013). Esse trabalho objetivou desenvolver uma metodologia para

capacitação sobre os conceitos básicos para o cálculo com base na aprendizagem ativa e na autonomia do estudante.

Um curso de capacitação intensivo precisa de um aspecto motivador para que alcance sucesso desejado. O ponto de partida será o conhecimento prévio que o aluno traz consigo. No mesmo caminho da escolha de uma metodologia adequada, a Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, também elegeu Ausubel como principal teórico do curso de nivelamento em Física implantado em 2009 via *web* (MASSON et al., 2014).

Até mesmo no ensino técnico encontram-se exemplos de cursos de nivelamento estruturados na aprendizagem significativa. Trata-se de uma proposta que visa melhorar a qualidade da formação de pessoal técnico posterior ao ensino médio, através de um curso de nivelamento em conteúdos do ensino médio, aplicado experimentalmente na Escola Estadual Henrique Lage (ETEHL), Niterói, RJ (VEIGA, 2015).

Mesmo instituições de ensino médio despendem alguns esforços para recuperar alunos que não atingiram rendimento suficiente em determinado assunto ou são oriundos de outras escolas que não ofereciam as condições adequadas para uma boa aprendizagem. Neste sentido a secretaria de educação do estado de Rondônia por ocasião da implantação do programa de escolas em tempo integral, denominado Escola do Novo Tempo, no ano de 2017, iniciou um plano de nivelamento para atender cerca de 3600 alunos com dificuldades nas disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa (CRUZ, 2017). Seja dito de passagem que neste caso não há citação de qual metodologia eles utilizam neste programa. Mas é fato que há uma preocupação com a recuperação de alunos em situação de insuficiência de conteúdo.

À luz do acima exposto percebe-se que a qualquer momento e em qualquer nível é possível fazer uso desse expediente: do ensino fundamental, passando pelo médio, técnico e chegando ao ensino superior.

No ano de 2000, o governo federal ampliou sua política social visando atingir as camadas mais pobres da população. Na esfera educacional essa política culminou, em 2012, com o sancionamento da lei de cotas que em linhas gerais trata-se de um programa que reserva metade das vagas nos cursos superiores das Instituições Federais de Ensino Superior - IFES, para estudantes que tenham cursado integralmente o ensino médio em escolas públicas. A mesma lei estabelece que a partir de 2016, metade dessas vagas reservadas sejam disponibilizadas para aqueles que possuam renda inferior a um salário mínimo e meio, *per capita*, e uma parte mínima dessas vagas sejam também oferecidas para pretos, pardos e indígenas conforme a sua representatividade no estado (BRASIL, 2012). No âmbito das

instituições particulares bolsas de estudos são ofertadas aos acadêmicos com renda insuficiente para custear esses cursos.

À vista disso, como garantir que os cotistas e bolsistas permaneçam na universidade? A política de assistência estudantil foi reforçada, tanto que no ano de 2013 teve um aporte financeiro da ordem de 600 milhões de reais. Articulado com o MEC as reitorias das universidades implantaram programas de tutoria e monitoria (BRASIL, 2012). Destaca-se a importância destes programas que são imprescindíveis na minimização dos índices de evasão e repetência.

Problemas de evasão e repetência são recorrentes em universidades públicas e faculdades particulares em todo território nacional. A exemplo disto a Universidade Federal de Rondônia em seu *campus* na cidade de Presidente Médici, com os cursos de Zootecnia e Engenharia de Pesca, ambos com disciplinas que necessitam de um aporte da Física e da Matemática estudadas no ensino médio recai nesta situação, pois recebem alunos com certo *déficit* de aprendizagem nos assuntos destas disciplinas os quais acabam reprovando e muitas vezes evadindo dos cursos. A tabela 2.1 fornece dados relativos à aprovação e reprovação nas disciplinas de Matemática nos anos de 2013/2, 2014/2 e 2017/1 no curso de Engenharia de Pesca, e Cálculo I no período de 2015/2 a 2016/2 para o curso em Zootecnia.

Tabela 2.1 - Resultados da disciplina de Matemática, em Engenharia de Pesca, e Cálculo I em Zootecnia no período de 2013/2 a 2017/1.

	Aprovado		Reprovado		Desistente		Total
Ano	Quantidades	%	Quantidades	%	Quantidades	%	alunos
2013/2	22	40	16	29	17	31	55
2014/2	13	38	17	50	4	12	34
2015/2*	15	40	13	34	10	26	38
2016/2*	27	55	20	21	12	24	49
2017/1	11	32	10	30	13	38	34
Total	88	41	76	32,8	56	26,2	210

Fonte: SINGU, 2018. * Curso de Zootecnia.

Os departamentos desses cursos têm demonstrado interesses em resolver tal situação. Ações voltadas para estes fins têm sido desencadeadas em nível de instituição, bem como programas de monitoria e projetos de reforços. No caso específico de Física, a deficiência começa no tópico de Mecânica, que é a porta de entrada para os demais conteúdos da

disciplina. Conhecimentos bem sólidos e significativos em Mecânica tornariam os outros assuntos a serem abordados no ensino da Física mais inteligíveis.

2.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE MATEMÁTICA E FÍSICA

Esta seção traz uma revisão sobre alguns tópicos da Matemática Básica bem como dos conceitos da Física Clássica referente aos conteúdos de cinemática e dinâmica. Optou-se por este procedimento, pois o embasamento matemático é de fundamental importância para a resolução de algumas situações problemas passadas aos alunos.

Desta forma definiu, a partir do levantamento realizado com os professores das turmas de ensino médio, a proposta didática sugerida no produto educacional, com os conteúdos de Matemática Básica sendo: potências, racionalização, produtos notáveis, funções de primeiro e segundo graus. Os conteúdos de Física considerados foram: grandezas físicas, unidades de medidas, referencial, velocidade média, movimento uniforme, movimento uniformemente variado e leis de Newton. Na sequência será feita uma revisão dos assuntos abordados no projeto com base nas atividades desenvolvidas no curso de nivelamento.

2.4.1 Potências

A notação de potência, composta de uma base e um expoente, nos termos usados nos dias atuais para representar um produto, onde os fatores são iguais, é fruto de uma construção humana aprimorada ao longo do tempo. As primeiras operações com potências registradas na história remontam ao Egito antigo, aproximadamente 2000 anos a.C. Em um papiro deste período, que mostrava o cálculo do volume de uma pirâmide quadrangular, é possível ver a ilustração de um par de pernas que estranhamente representavam o quadrado de um número (RICHARTZ, 2005).

Também em tábulas dos antigos babilônios foi possível encontrar vestígios de operações com potências. A construção seguiu até que o matemático francês René Descartes, em sua obra *La Géométrie*, conceber a notação usada atualmente. Nesta obra Descartes escreveu aa ou a^2 para representar a multiplicação de a por ele mesmo, e usou a^3 para multiplicar mais uma vez por a e assim até o infinito (RICHARTZ 2005).

Seja a um número diferente de zero. Para todo n natural, não nulo, define-se (WAGNER, 2011):

$$a^n = a \cdot a \cdot a \cdot ... \cdot a \text{ , com } n \text{ fatores.} \quad (2.1)$$

Para exemplificar a definição acima se tem:

a) $2^2 = 2 \cdot 2 = 4$

b) $2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$

c) $\left(-\frac{1}{3}\right)^3 = \left(-\frac{1}{3}\right) \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) = -\frac{1}{3}$

d) $\left(-\frac{1}{3}\right)^2 = \left(-\frac{1}{3}\right) \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) = \frac{1}{9}$

Observe que quando a base é negativa, se o expoente for ímpar, o resultado será sempre negativo, exemplo letra c; se o expoente for par, o resultado será sempre positivo, exemplo letra d. Quando o expoente é zero, por definição fica: $a^0 = 1$. Não se define 0^0 .

Para operar com potências, é necessário conhecer as seguintes propriedades (WAGNER, 2011):

a) Para multiplicar potências de mesma base, conserva-se a base e somam-se os expoentes.

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n} \quad (2.2)$$

b) Para dividir potências de mesma base, conserva-se a base e subtraem-se os expoentes.

$$a^m \div a^n = a^{m-n} \quad (2.3)$$

c) Para elevar uma potência a outra potência, conserva-se a base e multiplicam-se os expoentes.

$$(a^m)^n = a^{m \cdot n} \quad (2.4)$$

d) Para elevar um produto a uma potência, elevam-se todos os fatores à mesma potência.

$$(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n \tag{2.5}$$

e) Para elevar uma fração a uma potência, elevam-se numerador e denominador à mesma potência.

$$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} \tag{2.6}$$

Caso o expoente seja um inteiro negativo adota-se o seguinte:

$$a^{-n} = \left(\frac{1}{a}\right)^n = \frac{1}{a^n} \tag{2.7}$$

2.4.2 Racionalização

Racionalização é um procedimento matemático utilizado para retirar radicais $\sqrt[n]{x}$ dos denominadores das frações. Sua operacionalização passa pela escolha de um fator racionalizante. Uma expressão que contêm radicais no seu denominador quando multiplicada pelo seu respectivo fator racionalizante elimina esse radical. Por exemplo, o fator racionalizante de $\sqrt{3}$ é também $\sqrt{3}$, pois $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$.

Da mesma maneira o fator racionalizante de $\sqrt[3]{4}$ é $\sqrt[3]{2}$, observe que $\sqrt[3]{2} \cdot \sqrt[3]{4} = \sqrt[3]{2} \cdot \sqrt[3]{2^2} = \sqrt[3]{2^3} = 2$. Encontrado o fator racionalizante basta apenas multiplicar numerador e denominador da fração que se deseja retirar o radical do denominador por essa

expressão. Segue outro exemplo de racionalização, considere a seguinte expressão $\frac{3}{\sqrt[4]{3}}$, onde o fator racionalizante é $\sqrt[4]{3^3}$, portanto tem-se: $\frac{3}{\sqrt[4]{3}} \cdot \frac{\sqrt[4]{3^3}}{\sqrt[4]{3^3}} = \frac{3\sqrt[4]{27}}{\sqrt[4]{3^4}} = \frac{3\sqrt[4]{27}}{3} = \sqrt[4]{27}$.

Há situações em que no denominador da fração aparece uma soma ou uma diferença, por exemplo, $\frac{3+\sqrt{3}}{\sqrt{3}-1}$. Aqui o procedimento é trocar o sinal do termo do meio da expressão que aparece no denominador, criando assim, uma nova expressão denominada conjugado do denominador. No exemplo em questão o conjugado é: $\sqrt{3}+1$ e a racionalização é a seguinte:

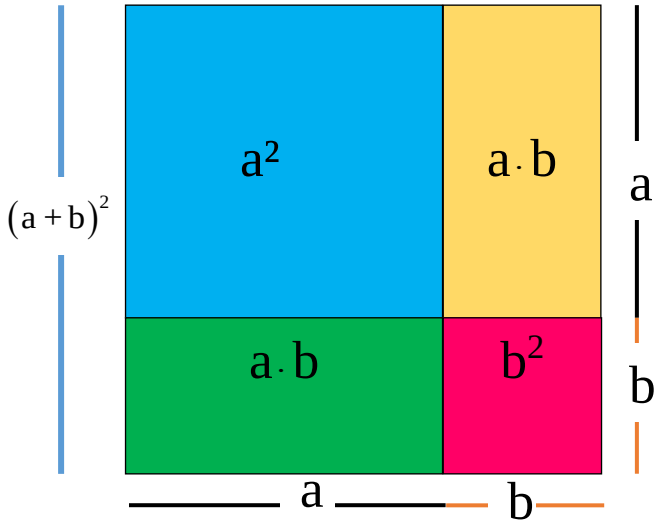
$$\left(\frac{3+\sqrt{3}}{\sqrt{3}-1}\right)\cdot\left(\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}+1}\right) = \frac{\left(3+\sqrt{3}\right)\cdot\left(\sqrt{3}+1\right)}{\left(\sqrt{3}-1\right)\cdot\left(\sqrt{3}+1\right)} = \frac{3\cdot\sqrt{3}+3\cdot 1+\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}+\sqrt{3}\cdot 1}{\left(\sqrt{3}\right)^2-1^2} = \tag{2.8}$$

$$\frac{3\sqrt{3}+3+3+\sqrt{3}}{3-1} = \frac{4\sqrt{3}+6}{2} = \frac{2\left(2\sqrt{3}+3\right)}{2} = \left(2\sqrt{3}+3\right)$$

2.4.3 Produtos notáveis

Na álgebra temos alguns produtos, que por sua frequência, tornaram-se famosos: os produtos notáveis. Historicamente suas origens provavelmente remontam a Grécia antiga, com Euclides (325 – 270 a.C.) em sua obra intitulada “Os Elementos”. Os gregos já nessa época tinham uma geometria avançada e muitas das suas proposições eram demonstradas com o uso de conceitos geométricos. O produto $(a+b)^2$ foi assim descrito por Euclides: Dividindo-se uma reta em duas partes, o quadrado sobre a reta toda é igual à soma dos quadrados sobre as partes juntamente com o dobro do retângulo contido pelas partes (CORREA et al., 2016), cujo a demonstração geométrica é observada na figura 2.2.

Figura 2.2- Representação geométrica do quadrado da soma de dois termos



Fonte: Autor.

Mas o enfoque pode ser mais algébrico e menos geométrico, e o desenvolvimento é o que segue:

$$(a+b)^2 = (a+b)\cdot(a+b) = a^2 + 2ab + b^2 \tag{2.9}$$

A seguir têm os três casos de produtos notáveis mais usados:

a) Quadrado da soma de dois termos.

Encontrado a partir da expansão do binômio $(a+b)^2$. Para o seu desenvolvimento, se expressa o quadrado como o produto de dois fatores iguais e aplica-se a propriedade distributiva.

$$(a+b)^2 = (a+b)\cdot(a+b) = a^2 + ab + ab + b^2 = a^2 + 2ab + b^2 \tag{2.10}$$

Que em palavras pode assim ser descrito: o quadrado do primeiro termo, mais duas vezes o primeiro termo vezes o segundo termo, mais o quadrado do segundo.

b) Quadrado da diferença de dois termos.

Representado pelo binômio $(a-b)^2$, seu desenvolvimento segue semelhante ao caso anterior.

$$(a-b)^2 = (a-b)\cdot(a-b) = a^2 - ab - ab + b^2 = a^2 - 2ab + b^2 \qquad (2.11)$$

Descrito verbalmente da seguinte forma: o quadrado do primeiro termo, menos duas vezes o primeiro termo vezes o segundo termo, mais o quadrado do segundo termo.

c) Produto da soma pela diferença de dois números.

Sua representação é $(a+b)\cdot(a-b)$ que tem o seguinte desdobramento:

$$(a+b)\cdot(a-b) = a^2 - ab + ba - b^2 = a^2 - b^2 \qquad (2.12)$$

Cuja descrição é o quadrado do primeiro menos o quadrado do segundo.

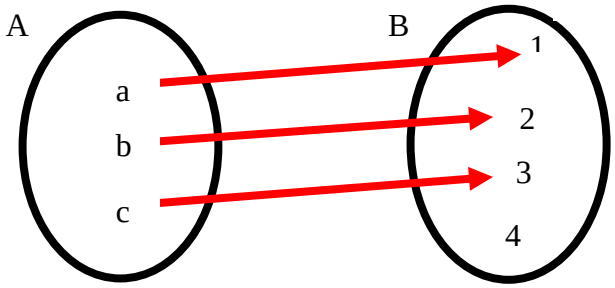
2.4.4 Funções

De maneira geral define-se função como uma lei matemática que associa a cada elemento de um conjunto A um único elemento de outro conjunto B. Representando a função pela letra *f*, a expressão “função *f* de A em B” será representada por $f: A \to B$. O entendimento fica facilitado quando se usa um diagrama de flechas como na figura 2.3.

No diagrama da figura 2.3, o número 1 é a imagem do elemento "*a*" e escreve-se *f(a)* = 1. Da mesma forma, *f* (*b*) = 2, *f*(*c*) = 3 e o número 4 do conjunto B não é imagem de ninguém. É possível que um elemento de B seja imagem de mais de um elemento de A. Na função $f: A \to B$ o conjunto A é o domínio da função e o conjunto B é o contradomínio da função.

Uma raiz da equação *f(x)* = 0 chama-se zero da função *f*. A título de exemplo, note que na função do espaço (*s*) no Movimento Uniforme (MU), *s* = 6 - 2*t*, com tempo dado em segundos e espaço dado em metros, *t = 3* é o zero da função, ou o instante em que o corpo passa pela origem das posições.

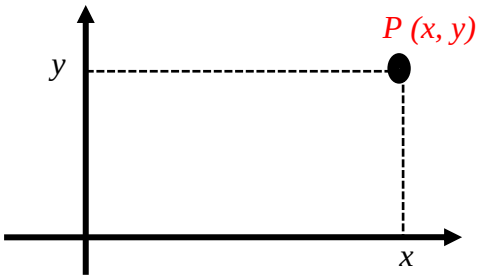
Figura 2.3-Diagrama de flechas representando um função de A em B.



Fonte: Autor.

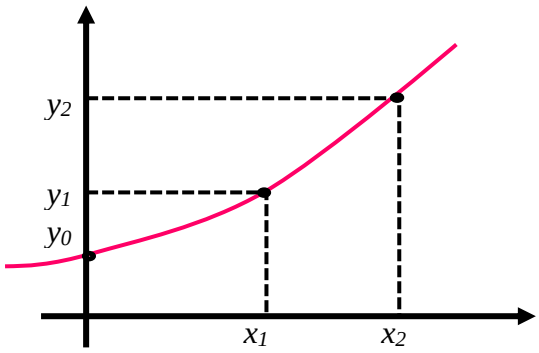
Dada uma função *f*, pode-se calcular, para cada *x* de seu domínio, o valor $y = f(x)$ e, dessa forma, também assinalar um ponto $P(x, y)$ no plano cartesiano, como mostrado na figura 2.4. A reunião de todos os pontos $P(x, y)$ em que $y = f(x, y)$ é uma linha chamada de gráfico da função *f*. Na figura 2.5 vê-se a representação dessa linha.

Figura 2.4 - Representação do ponto no plano cartesiano.



Fonte: Autor.

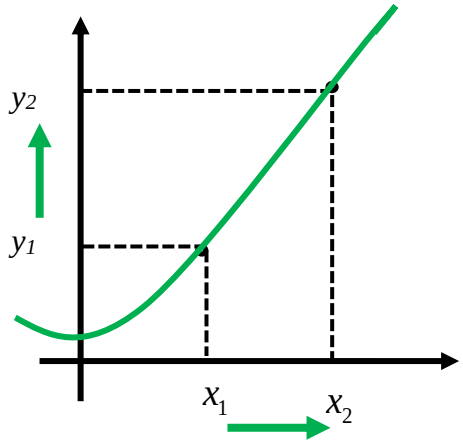
Figura 2.5 - Gráfico da função f.



Fonte: Autor.

Uma função é crescente em todo o seu domínio se quando aumentado o valor de *x*, o valor de *y* também aumenta. Dito de outra forma para quaisquer valores x_1 e y_1 de seu domínio, se $x_2 > x_1$ tem-se $y_2 > y_1$. Na figura 2.6 têm-se a representação gráfica de uma função crescente.

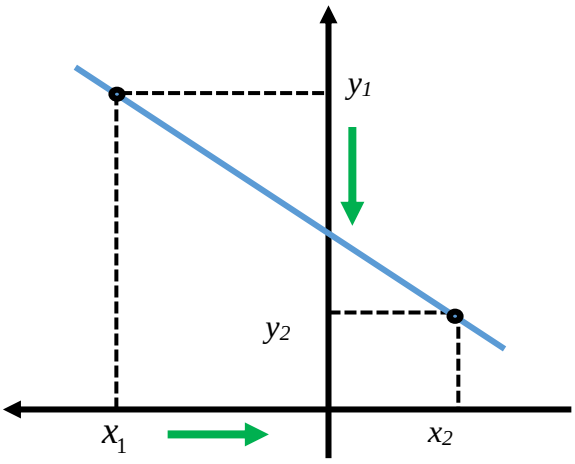
Figura 2.6 - Gráfico de uma função crescente.



Fonte: Autor.

Uma função é decrescente em todo o seu domínio se, quando aumentado o valor de *x*, o valor de *y* diminui. Para quaisquer valores x_1 e x_2 de seu domínio, se $x_2 > x_1$ tem-se $y_2 < y_1$. Na figura 2.7 tem-se a representação gráfica de uma função decrescente.

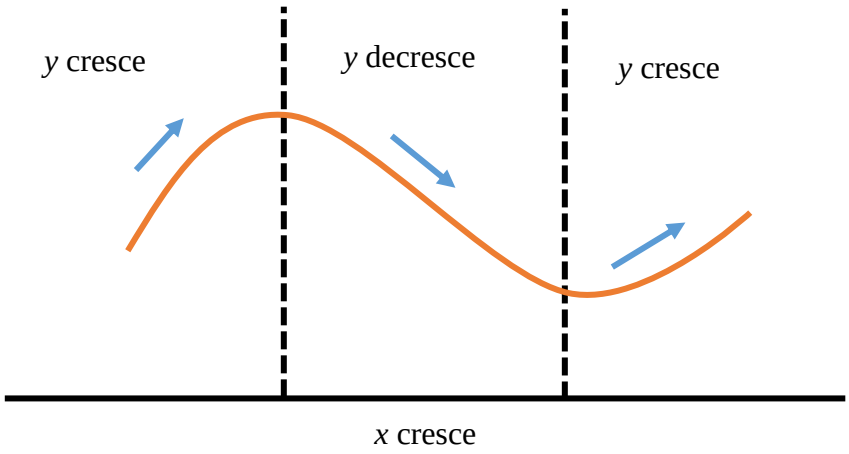
Figura 2.7 - Gráfico de função decrescente.



Fonte: Autor.

Existem funções que não são estritamente crescentes ou estritamente decrescentes em todo o seu domínio, mas possuem intervalos nos quais ela é crescente e outros nos quais é decrescente. O gráfico na figura 2.8 exemplifica uma função com estes tais intervalos.

Figura 2.8 - Função com intervalos crescentes e decrescentes.



Fonte: Autor.

2.4.5 Função Afim ou Polinomial

Função afim ou função polinomial do primeiro grau é toda a função descrita pelo modelo matemático,

$$f(x) = ax + b \text{ , ou ainda } y = ax + b \text{ ,} \tag{2.13}$$

em que seus coeficientes a e b são números reais com $a \neq 0$, e a representa o coeficiente angular da reta que está associada a esta função. Um caso clássico de aplicação de função afim na Física é o da função horária da velocidade (v) do Movimento Uniforme Variado (MUV),

$$v = v_0 + at \text{ ,} \tag{2.14}$$

com v_0 e *a* números reais que representam, respectivamente, a velocidade inicial e aceleração do móvel. O domínio de uma função afim é conjunto dos números reais, mas em se tratando de uma função horária de algum tipo de movimento o tempo assumirá sempre valores positivos.

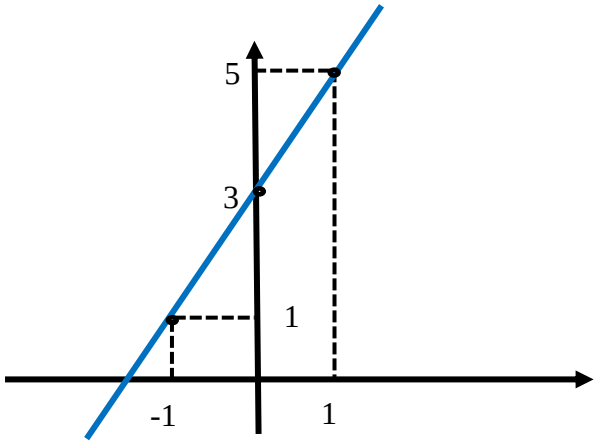
O gráfico de uma função afim é uma reta. Considerando a função, $f(x)=2x+3$, a construção de seu gráfico passará pela obtenção de pares ordenados (x,y) que são obtidos a partir de valores atribuídos a *x* e de valores encontrados de *y*. Na tabela 1, têm–se alguns desses pares. Cada ponto (x,y) foi assinalado no plano cartesiano e esses pontos estão alinhados. A reta que contém esses pontos é o gráfico da função $f(x)=2x+3$, que está representada na figura 2.9.

Tabela 2.2- Os pares ordenados formados com os valores de *y* obtidos a partir dos valores atribuídos a *x*.

x	-1	0	1
y	1	3	5
(x,y)	(-1,1)	(0,3)	(1,5)

Fonte: Autor.

Figura 2.9 - Representação gráfica da função .

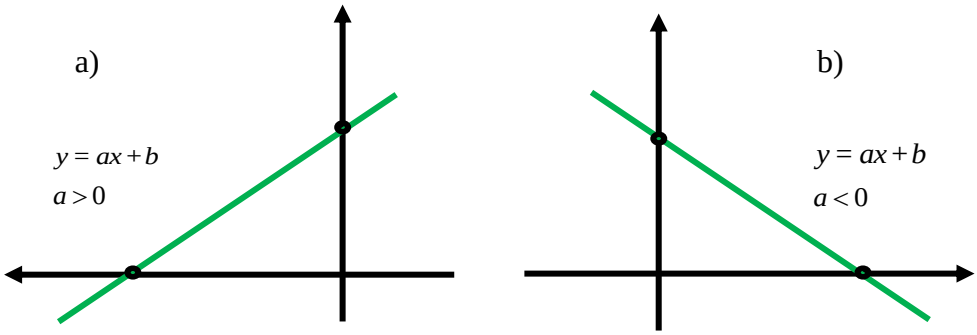


Fonte: Autor.

O coeficiente *b* na função (2.13) é o valor da função para $x=0$, ou seja, o ponto onde a função intercepta o eixo *y*. O coeficiente *a* mostra o quanto a função sobe ou desce à medida

que x aumenta uma unidade. Esse coeficiente a é chamado de taxa de crescimento, ou decrescimento, da função ou taxa de variação da função. Quando $a > 0$ a função afim é crescente, em situação contrária, $a < 0$, ela é decrescente. Na figura 2.10 tem se a representação gráfica das funções crescente (2.10.a) e decrescente (2.10.b).

Figura 2.10 - Gráficos de funções afim a partir dos valores do coeficiente a.



Fonte: Autor.

2.4.6 Função quadrática

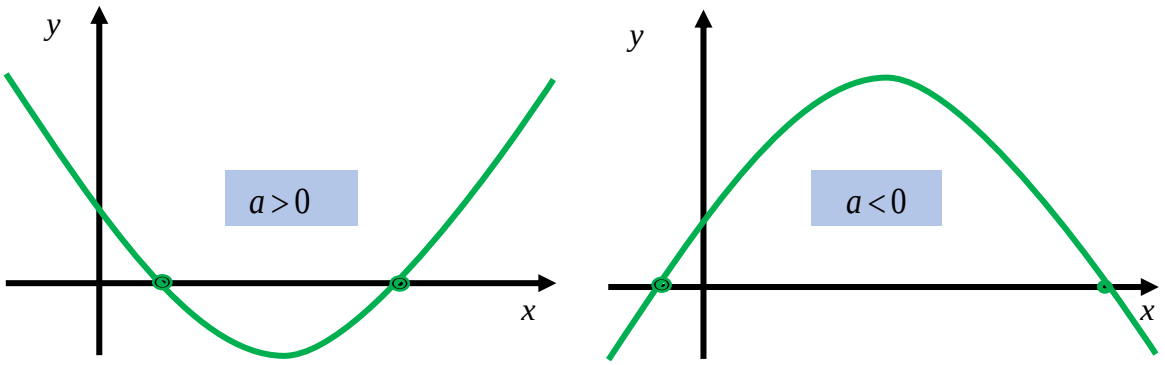
Uma função é chamada de função quadrática ou função polinomial do segundo grau se for da forma:

$$f(x) = ax^2 + bx + c \tag{2.15}$$

sendo a, b e c números reais e $a \neq 0$. Seu gráfico é uma curva chamada parábola, e tem o formato da figura 2.11. Se o coeficiente a for positivo, $a > 0$, a concavidade da parábola é voltada para cima e, se o coeficiente a for negativo, $a < 0$, a concavidade da parábola estará voltada para baixo.

Os zeros de uma função quadrática, aqueles pontos nos quais o gráfico toca o eixo x, podem ser encontrados com o auxílio da fórmula resolutiva cuja demonstração está a partir da equação 2.16.

Figura 2.11- Concavidades da parábola.



Fonte: Autor.

Para $a \neq 0$, igualar a equação 2.13 a zero:

$$ax^2 + bx + c = 0 \tag{2.16}$$

Isolando *c* em 2.16 tem se:

$$ax^2 + bx = -c \tag{2.17}$$

Fazendo a multiplicação de ambos os membros da equação 2.17 por $4a$ tem-se o resultado:

$$4a^2x^2 + 4abx = -4ac \tag{2.18}$$

Adicionando b^2 nos dois lados da equação 2.18, obtém-se:

$$4a^2x^2 + 4abx + b^2 = b^2 - 4ac \tag{2.19}$$

Fatorando o trinômio quadrado perfeito que aparece do lado esquerdo de 2.19, têm-se:

$$(2ax + b)^2 = b^2 - 4ac \tag{2.20}$$

Chamando,

$$\Delta = b^2 - 4ac \tag{2.21}$$

em seguida considerando a nomeação (2.21) na equação 2.20 e isolando *x* da equação 2.21, terá:

$$\left[(2ax + b)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = (\Delta)^{\frac{1}{2}} \tag{2.22}$$

$$2ax + b = \pm\sqrt{\Delta} \tag{2.23}$$

$$2ax = -b \pm \sqrt{\Delta} \tag{2.24}$$

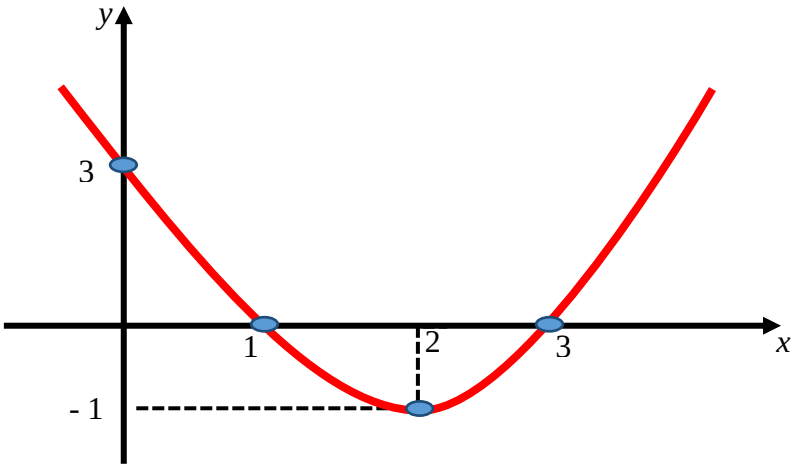
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \tag{2.25}$$

A equação 2.25 é a fórmula resolutiva de 2.15, e 2.21 é o descriminante da função quadrática. Quando $\Delta > 0$, a função terá duas raízes reais e distintas, quando $\Delta < 0$ a função não terá raízes reais e finalmente quando $\Delta = 0$ a função terá duas raízes reais e iguais.

No Brasil usa-se muito o termo fórmula de Bhaskara para designar a equação 2.25, nome dado devido ao matemático Indiano do século XII, Bhaskara Akaria. Historicamente considera-se que a primazia dessa fórmula não se deve a Bhaskara, ainda que ele tenha contribuído para essa área com uma grande relevância. É sabido que muito antes de Bhaskara alguns povos, dentre eles, babilônios, egípcios e gregos, deixaram registros em que são identificados procedimentos para resolução de alguns problemas que envolvem equações de segundo grau. Contudo, uma fórmula geral para resolução das equações surgiu por volta do século XVI com o francês Viète usando símbolos e letras em sua formulação chegando muito próximo aos utilizados nos dias atuais (CELESTINO; PACHECO, 2010).

A figura 2.12 mostra a representação gráfica da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$, com suas respectivas raízes e o ponto onde ela toca o eixo *y*. A concavidade da parábola está voltada para cima uma vez que o coeficiente a é positivo ($a > 0$).

Figura 2.12 - Gráfico da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$.



Fonte: Autor.

Observe que o gráfico da figura 2.12 toca o eixo *x* em dois valores, *x* =1 e *x* = 3, os zeros da função. Estes zeros da função são encontrados com auxílio da fórmula resolutiva da função quadrática, mostrada na equação 2.25. Da mesma forma ele toca o eixo *y* no ponto (0,3) e o seu ponto mais baixo, o vértice, é (2,-1). Toda parábola tem um eixo de simetria, que é uma reta que separa a curva em duas partes iguais. O eixo de simetria sempre passa pelo vértice da parábola, no exemplo em questão, é a reta *x* = 2. As coordenadas do vértice (v_e) podem ser encontradas por meio da seguinte relação (CELESTINO; PACHECO, 2010):

$$v_e = \left(\frac{-\Delta}{2a}, \frac{-\Delta}{4a} \right) \tag{2.26}$$

Como exemplo de aplicação da função quadrática no ensino da Física tem-se o modelo matemático que descreve a posição de um móvel em relação ao tempo quando este realiza um MUV, como pode ser observada na equação 2.27.

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \tag{2.27}$$

sendo válidas todas as considerações feitas até aqui para este tipo de função. A exceção fica por conta do domínio, pois a variável tempo assumirá sempre valores positivos.

2.4.7 Grandezas físicas

Medir e comparar são tão naturais quanto andar ou até mesmo respirar. Desde o início da civilização mede-se a passagem do tempo, o comprimento das coisas, a massa dos corpos, dentre outras grandezas. O ato de medir é antes de tudo um exercício de comparação. Por exemplo, dizer que uma pessoa tem dois metros de altura é o mesmo que afirmar que sua altura é duas vezes maior quando comparado à unidade de comprimento, o metro (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

O entendimento de certa grandeza física passa necessariamente por sua comparação em relação a uma unidade padrão de medida. No cenário mundial os padrões são inúmeros, por exemplo, a grandeza comprimento pode ser expressa em metros, pés, polegadas, dentre outras. Ainda nesse contexto globalizado torna-se necessário estabelecer unidades fundamentais que possam uniformizar estudos e até mesmo operações comerciais.

Com o intuito de uniformizar as principais unidades de medida um acordo foi celebrado por ocasião da 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas – CGPM. Nesse acordo foram escolhidas as unidades fundamentais de um sistema que ficou conhecido como Sistema Internacional de Unidades (SI). A tabela 2.2 elenca as sete unidades que são as bases do SI. No estudo do movimento, na Mecânica, as unidades do SI mais usadas são: metro, quilograma e segundo.

O metro cujo símbolo é m, inicialmente foi definido considerando-se a quarta parte de um meridiano terrestre dividida em 10 milhões de partes iguais, cada uma dessas pequenas partes foi chamada de um metro. Mais tarde, em 1983, o metro foi redefinido como a distância atravessada pela luz no vácuo durante o tempo de 1/299.792.458 de segundo (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2012). O quilograma, símbolo kg, foi definido como sendo a massa de um cilindro de liga platina-irídio (ligas de alta resistência que podem suportar elevadas temperaturas), mantida no Bureau Internacional de Pesos e Medidas em Sèvres, (França), com 3,9 cm de altura e 3,9 cm de diâmetro. Cópias precisas desta massa foram enviadas a laboratórios de padronização em outros países. Já o segundo, símbolo s, é definido como 9.191.631.770 vezes o período de oscilação da radiação do átomo de césio (transição entre dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio-133) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

Tabela 2.3 - Unidades fundamentais do SI.

Grandeza de base	**Unidade de base**	
Nome	**Nome**	**Símbolo**
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundos	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de substância	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Fonte: Elaborada pelo autor com base na referência (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

As grandezas físicas podem ser divididas de duas formas: escalares e vetoriais. Estas se diferenciam entre si porque o escalar necessita de apenas um módulo seguido de uma unidade de medida para ficar bem caracterizado, enquanto um vetor além do módulo necessita de uma direção e um sentido, também seguidos de uma unidade de medida.

A massa de um corpo, por exemplo, é uma grandeza física escalar. Quando se diz: “um corpo tem uma massa de 20 kg”; tem-se um módulo (valor numérico) e uma unidade de medida. Isso já é suficiente para o perfeito entendimento desta informação. Já a velocidade é uma grandeza física vetorial, logo ao dizer um carro com velocidade de 72 km/h, necessita de uma direção e um sentido para a perfeita descrição do evento, na seção sobre velocidade retomará o assunto.

2.4.8 Partícula, corpo extenso e referencial

No estudo de um fenômeno qualquer quando se pode desconsiderar a dimensão de um determinado corpo este passa a ser chamado de partícula ou ponto material. Uma certa nave espacial em uma hipotética viagem interplanetária pode ser considerada apenas um ponto, visto que suas dimensões em comparação à distância a ser percorrida são muito díspares. Em um cenário inverso, isto é, quando as dimensões do corpo devem ser consideradas, está diante de um corpo extenso. À vista disso, imagina essa mesma nave, com 20 m de comprimento, por exemplo, entrando em um hangar de 100 m de extensão. Veja que nesta nova proposição a dimensão da nave não pode ser desprezada, em razão de se aproximar da dimensão do hangar (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

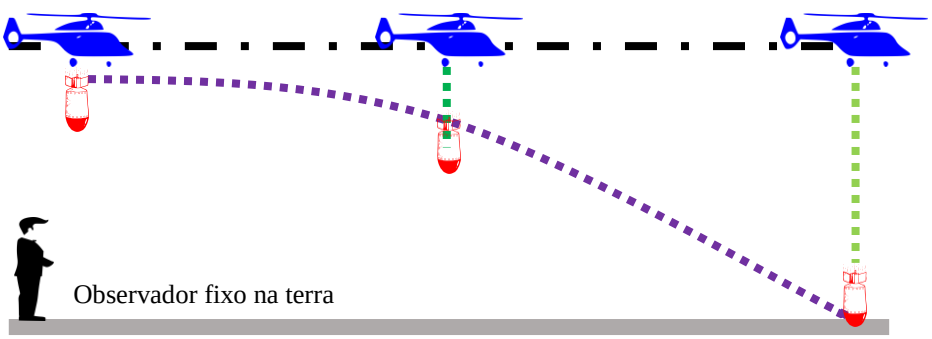
Na Física alguns conceitos são relativos. Um mesmo corpo pode estar em movimento em relação a um determinado referencial e estar em repouso em relação a outro referencial. Considere, por exemplo, um carro que se movimenta a uma determinada velocidade levando em seu interior duas pessoas, motorista e passageiro. Em relação ao motorista, o passageiro apesar do movimento do carro, estará em repouso, perceba que a distância entre motorista e o passageiro permanece constante. Todavia, quando o referencial é um poste no acostamento, a distância entre o passageiro e o poste sofrerão mudanças no percurso do evento e neste caso tem-se um movimento.

Observe que qualquer indagação a respeito do estado de repouso ou de movimento de um corpo deve antes passar pela escolha de um referencial adequado. Havendo variação na distância entre corpo e referenciais têm um movimento, em situação contrária, o corpo experimenta o repouso.

A trajetória de um móvel da mesma forma pode assumir um formato retilíneo ou parabólico conforme o referencial adotado. Na figura 2.13 está representada uma trajetória efetuada por um móvel sob dois referenciais distintos, onde um objeto é abandonado de um avião. Para o piloto do avião o objeto lançado assume uma trajetória retilínea, já para um observador fixo na terra a trajetória do corpo assume um formato parabólico (TORRES et al., 2013).

Um referencial a princípio pode ser qualquer corpo ou objeto. Nesse sentido tem especial destaque os ditos referenciais inerciais que assim se definem: é um sistema de referência em que corpos livres, sem forças aplicadas, não têm o seu estado de movimento alterado, ou de maneira mais clara, é aquele referencial para os quais as leis de Newton são válidas (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013). Esses sistemas estão parados ou em movimento retilíneo uniforme uns em relação aos outros.

Figura 2.13- Referenciais a partir de dois pontos distintos.



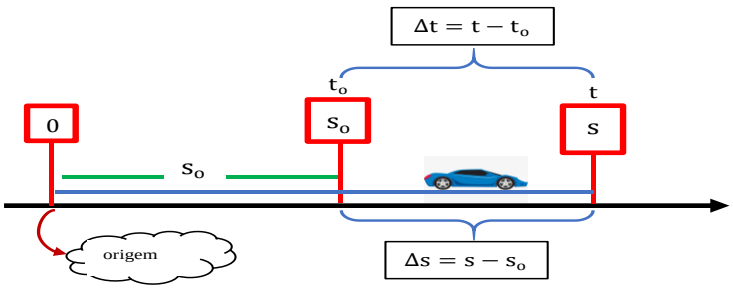
Fonte: Autor.

Contextualizando, o solo é um referencial inercial, quando desprezados os movimentos astronômicos da terra, portanto os movimentos usuais que os corpos realizam na superfície terrestre obedecem às leis de Newton. De igual forma quando dois carros se movem um em relação ao outro, em uma trajetória retilínea com velocidade constante, um deles pode ser considerado um referencial inercial do outro e vice-versa.

2.4.9 Velocidade

A qualquer movimento se usa a grandeza chamada velocidade escalar para medir a variação do espaço do móvel no decorrer do tempo. Considere agora um ponto material P, considere as dimensões desse ponto P desprezíveis em relação ao fenômeno estudado, descrevendo uma trajetória em relação a um determinado referencial como mostra a figura 2.14.

Figura 2.14 - Um sistema inercial com referencial e móvel.



Fonte: Autor.

No instante t_0 seu espaço é s_0 e no instante seguinte *t* seu espaço é *s*. No intervalo de tempo,

$$\Delta t = t - t_0, \tag{2.28}$$

a variação do espaço do ponto material, ou deslocamento, é,

$$\Delta_s = s - s_0 . \tag{2.29}$$

A rapidez com que o carro da figura 2.14 está se movendo pode ser explicitada pela velocidade média v_m, que é a razão entre o deslocamento Δs e o intervalo de tempo Δt, expressa pela equação 2.30 (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \tag{2.30}$$

O sinal da velocidade média será determinado pelo sinal de Δs, uma vez que a diferença entre os instantes posteriores e anteriores (Δt) serão sempre positivos. Considera apenas as partes finais e iniciais do tempo e do espaço, uma vez que nos interessa apenas a posição final e a posição inicial ocupada pelo móvel, de acordo com a própria definição de deslocamento.

Também é possível determinar a velocidade escalar instantânea de um móvel bastando para isso tomar Δt bem pequeno ou, com igual efeito, quando a diferença entre os instantes finais e iniciais tender a zero $(\Delta t \to 0)$. Neste caso, o quociente da equação 2.30 assume um determinado valor limite. De onde se define: A velocidade escalar instantânea *v* é o valor limite a que tende a velocidade média, equação 2.30, quando Δt tende a zero, representado pela equação 2.31.

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \tag{2.31}$$

2.4.10 Movimento Retilíneo Uniforme - MRU

Ao movimento que ocorre em linha reta e sempre a uma mesma velocidade escalar decorre o nome de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Sua velocidade escalar instantânea é constante e diferente de zero. Com a manipulação algébrica da equação da

velocidade média (equação 2.30) é possível descobrir um modelo matemático que escreve o espaço (*s*) percorrido pelo móvel em função do tempo gasto nesse processo, $s = f(t)$. E como encontra-lo? Da equação 2.30 tem-se que,

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \tag{2.32}$$

Agora isolando o espaço:

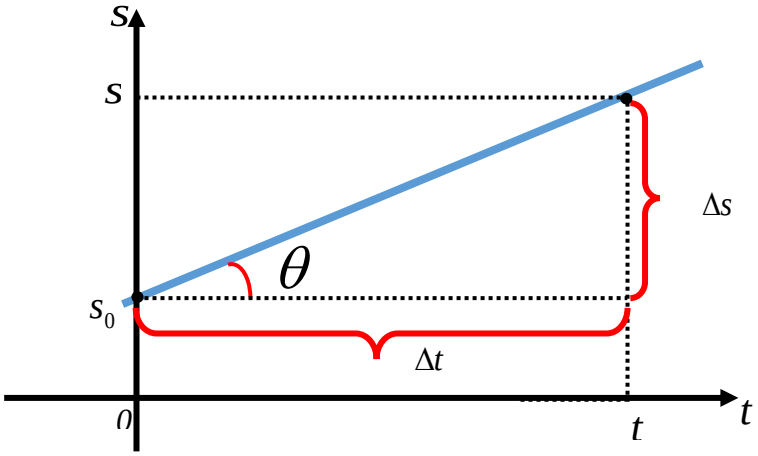
$$s - s_0 = v(t - t_0) \tag{2.33}$$

E finalmente supondo que o tempo inicial é igual a zero, chega-se a função horária da posição de um móvel que realiza um MRU,

$$s = s_0 + v \cdot t \tag{2.34}$$

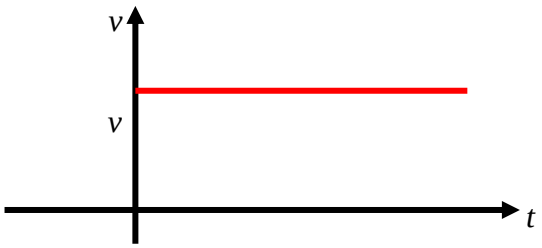
Esta função horária é linear, e sua representação gráfica ($s \times t$) é uma reta que tem *v* como coeficiente angular ou inclinação da reta e s_0 como coeficiente linear de acordo com a figura 2.15.

Figura 2.15 - Gráfico do s×t no MRU.



Fonte: Autor.

Figura 2.16 - Gráfico da no MRU.



Fonte: Autor.

É possível calcular a variação de espaço Δs que o móvel percorre dentro de um intervalo de tempo Δt, bastando para isto calcular a área do retângulo formado pela reta paralela ao eixo dos tempos e os dois intervalos onde se queira calcular a variação de espaço.

$$\Delta s = A_{\text{retângulo}} = \text{base} \times \text{altura} = v.\Delta t \tag{2.35}$$

2.4.11 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV

O movimento que tem uma trajetória retilínea onde sua velocidade varia de maneira uniforme, variação esta provocada por uma aceleração constante e diferente de zero, recebe o nome de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV. De acordo com a orientação da trajetória, a velocidade escalar pode ser positiva ou negativa, desta forma um MRUV pode ser classificado em acelerado ou retardado, sendo que no movimento acelerado: o módulo da velocidade escalar aumenta no decurso do tempo, enquanto no movimento retardado o módulo da velocidade escalar diminui no decurso do tempo.

Se a velocidade de um corpo tem um aumento de v_0 para v num intervalo de tempo $\Delta t = t - t_0$, por definição sua aceleração escalar média (a_m) será,

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \tag{2.36}$$

Na equação 2.36 pode-se trocar a aceleração escalar média a_m pela aceleração escalar a, da mesma forma considerar que o instante inicial t_0 seja igual a zero, uma vez que se começa a contar a partir deste instante. Logo, a equação ficará da seguinte forma,

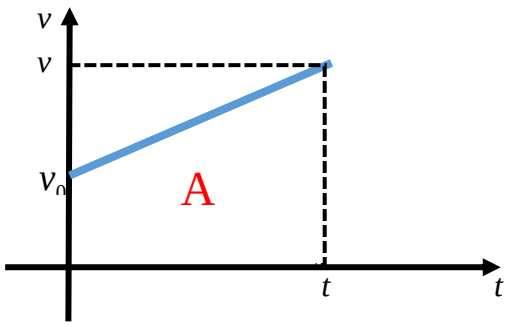
$$a = \frac{v - v_0}{t} \tag{2.37}$$

Isolando *v* chega-se a uma nova equação,

$$v = v_0 + at \tag{2.38}$$

Esta nova equação descreve a velocidade como uma função do tempo, também chamada de função horária da velocidade no MRUV. Verifica-se o aspecto linear da variação da velocidade, a aceleração é constante e isto faz com que a velocidade tenha a mesma variação em intervalos de tempos iguais. Graficamente o resultado é uma reta inclinada em relação ao eixo das abcissas, com uma importante propriedade, a área do trapézio abaixo da reta formada pelos pares ordenados (*t*, *v*) representa o modulo do deslocamento (Δ*s*) efetuado pelo móvel entre dois instantes (t_1 e t_2) que se queira calcular. A figura 2.17 ilustra essa propriedade.

Figura 2.17 - Gráfico da no MRUV.



Fonte: Autor.

Da geometria elementar deduz-se que a área de um trapézio é dada pela seguinte relação (CHAVES; SAMPAIO, 2007),

$$A = \frac{(B + b) \cdot h}{2} \tag{2.39}$$

onde *B* é a base maior, *b* a base menor e *h* é altura do trapézio. No gráfico da figura 17 a base maior é *v*, a base menor é v_0 e a altura é *t*. A relação para a área do trapézio em termos de velocidade e tempo fica assim,

$$\Delta s = A = \frac{\left(v + v_0\right)}{2} \cdot t \tag{2.40}$$

Substituindo Δs por $s - s_0$ e isolando *s*,

$$s = s_0 + \frac{\left(v + v_0\right)}{2} \cdot t \tag{2.41}$$

Considerando a equação 2.35 e substituindo *v* na equação anterior,

$$s = s_0 + \frac{\left(v_0 + a \cdot t\right) \cdot t}{2} + \frac{v_0 \cdot t}{2} \tag{2.42}$$

Rearranjando,

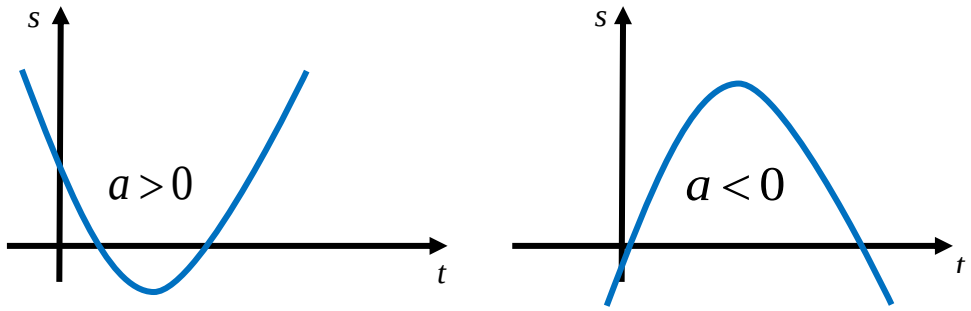
$$s = s_0 + \frac{v_0 \cdot t}{2} + \frac{a \cdot t^2}{2} + \frac{v_o \cdot t}{2} \tag{2.43}$$

Finalmente juntando os termos semelhantes chega-se à função horária das posições do MRUV,

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \tag{2.44}$$

A função horária das posições do MRUV descreve o espaço como uma função do tempo. É uma função quadrática e seu gráfico representativo é uma parábola, que a depender do sinal da aceleração pode ter sua concavidade voltada para cima ($a > 0$) ou voltada para baixo ($a < 0$), conforme representada na figura 2.18.

Figura 2.18 - A concavidade da parábola de acordo com o sinal de a.



Fonte: Autor.

É possível também relacionar espaço percorrido e velocidade sem a necessidade de conhecer o tempo no MRUV. A equação que torna isso possível é chamada de equação de Torricelli e pode ser determinada com fundamento na equação 2.38. Elevando ambos os membros da igualdade ao quadrado, tem-se,

$$(v)^2 = (v_0 + a \cdot t)^2 \tag{2.45}$$

Resolvendo a equação,

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot v_0 \cdot a \cdot t + (a \cdot t)^2 \tag{2.46}$$

Colocando $2a$ em evidência,

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \left[v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \right] \tag{2.47}$$

Isolando, $S - S_0$, na equação 2.44 e substituindo o resultado em 2.47, encontra-se,

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (s - s_0) \tag{2.48}$$

E com o auxílio da equação 2.29 finalmente a expressão conhecida com equação de Torricelli,

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \tag{2.49}$$

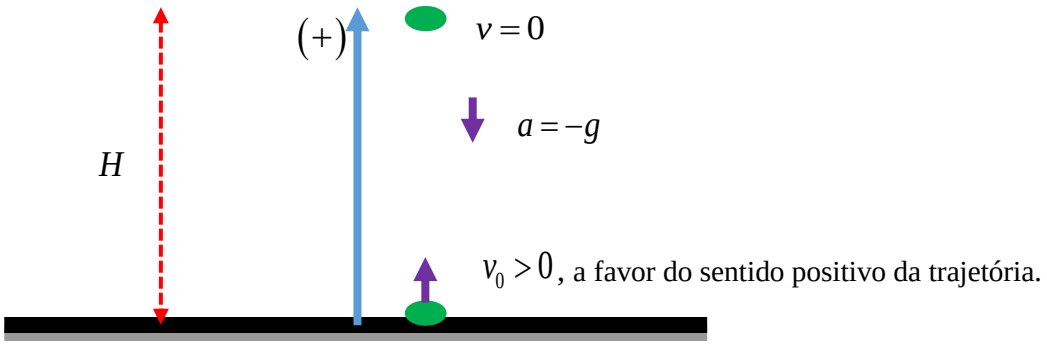
2.4.12 Movimento vertical

A queda livre de corpos sujeita à gravidade da terra, próximo a sua superfície foi objeto de intensa especulação na Grécia antiga. Em suas concepções os gregos defendiam que o deslocamento do corpo seria proporcional ao tempo decorrido, para o caso de velocidade inicial nula. Através das experiências de Galileu essas concepções foram refutadas e demonstrou-se que o deslocamento é verdadeiramente proporcional ao quadrado do tempo decorrido. A equação 2.44 comunica esse fato.

A aceleração da gravidade varia conforme a altitude e nas proximidades da terra assume um valor aproximado de 9,81 *m/s²*. Desprezando a resistência do ar todos os corpos caem com a mesma aceleração *g*. Se um corpo cai partindo do repouso no instante inicial t_0 do ponto de coordenada *s* = *H*, a variação da coordenada *s* pode ser obtida imediatamente fazendo-se $a = -g$ na equação 2.44. A aceleração está orientada no sentido contrário ao do eixo positivo da coordenada *s* (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014).

O termo queda livre tanto pode ser usado no movimento de queda propriamente dito, quanto no lançamento vertical para cima. No primeiro o módulo da velocidade aumenta no decorrer do tempo enquanto que no segundo ele diminui até se anular na altura máxima (*H*) conforme figura 2.19.

Figura 2.19 - Lançamento vertical para cima.



Fonte: Autor.

Note que ao fixar um sentido para o movimento, o sinal da aceleração já fica pré-determinado. Para cima a velocidade escalar é positiva e na descida torna-se negativa. Em termos de classificação pode-se afirmar que na subida o movimento é retardado, visto que *a* e *v* tem sinais opostos, e na descida o movimento é acelerado, *a* e *v* tem os mesmos sinais (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014). Todas as equações relativas ao MRUV se aplicam para queda livre, pois se trata de um movimento com aceleração constante.

2.4.13 Conceito de força

Das experiências do dia a dia é possível ter uma compreensão básica do conceito de força. Quando um corpo é puxado ou empurrado, uma força está sendo exercida sobre ele, da mesma forma quando uma bola é chutada ou uma mola puxada. No cotidiano a palavra força está associada ao resultado da atividade muscular e alguma mudança no estado de movimento de um corpo. Forças nem sempre geram movimento em um corpo. Por exemplo, quando uma pessoa está sentada em uma cadeira na sua sala de estar, a força gravitacional age sobre o corpo dela, apesar disso ela permanece estacionada. Esta mesma pessoa pode empurrar um grande bloco de pedra e ainda assim não consegue movê-lo (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014).

Pode-se restringir o conceito de força, às que causam uma mudança no movimento de um corpo. Uma mola sendo puxada irá alongar-se. Se ela está calibrada, a distância alongada pode ser utilizada para medir a intensidade da força, que ocasionou esta deformação.

As forças podem ser divididas em duas categorias, sendo forças de contato e forças de campo. Na primeira é preciso que haja um contato físico entre os corpos, no caso da mola, enquanto que na segunda não há contato físico entre os corpos, um exemplo é a força gravitacional que mantém a lua na órbita da terra. É essa força gravitacional que mantém os corpos ligados a terra, dando origem à força peso (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014).

As concepções acerca do movimento e suas causas foram mudando ao longo do tempo, o grego Aristóteles se apoiava na teleologia ou determinismo teleológico, segundo esta corrente os fenômenos são determinados por algum objetivo final. Os corpos pesados ricos nos elementos água e terra caíam em busca do seu lugar natural, o centro do cosmo, que também era o centro da terra. Por sua vez os corpos leves, ricos nos elementos ar e fogo,

ascendiam, também em busca do seu lugar natural, o espaço entre a terra e a lua (CHAVES, 2007).

Galileu, igualmente fundamental no desenvolvimento da Mecânica, preservou parte dos conceitos aristotélicos. Suas experiências mostraram que um corpo terrestre, quando livre de forças permanece em repouso ou em MRU. De igual valor as contribuições de Tycho Brahe e Johanes Kepler devem ser destacadas, Kepler usou as medições de Brahe para formular as leis cinemáticas que regem o movimento dos planetas conhecidas como as leis de Kepler (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

René Descartes por sua vez generalizou as descobertas de Galileu, mas ainda assim havia falhas na tentativa de explicar o movimento e as suas causas, principalmente aqueles oriundos de forças de campo. Isaac Newton, em uma síntese do pensamento desses vários cientistas, foi o primeiro a postular a existência de forças atuando a distância. Newton estabeleceu sua Mecânica fundamentada em três modelos matemáticos, as leis de Newton.

2.4.13.1 Primeira lei de Newton - A lei da inércia

Aristóteles acreditava que cada objeto possuía uma natureza própria, que era a combinação dos elementos terra, ar, água e fogo, do qual ele era composto. Cada objeto tem o seu lugar apropriado no universo determinado por sua "natureza", dessa forma um tijolo cai porque é feito essencialmente de terra, um sinal de fumaça sobe por que é ar e uma pena, apesar de ser uma composição de ar e terra, cai, pois apresenta mais terra que ar embora sua queda seja mais lenta do que aquela apresentada pelo tijolo. Sendo assim era claro que os corpos caiam com rapidez proporcional a seu peso, quanto mais pesado mais rápido caiam. Para os movimentos celestes sua explicação é que os astros eram esferas perfeitas feitas de substâncias também perfeitas e imutáveis e que obedeciam a leis próprias (HEWITT, 2015).

Além da natureza do objeto Aristóteles também afirmava que o movimento podia acontecer devido a uma força externa através de puxões ou empurrões, mas em essência sua teoria defendia que o repouso era o estado normal das coisas, exceção aos corpos celestes.

A concepção aristotélica de uma terra estática persistiu por quase 2000 mil anos quando Nicolau Copérnico com sua teoria heliocentrista demonstra que o sol é o centro do sistema solar e a terra gira em sua órbita e não o contrário. Não se vai aqui entrar no quão doloroso e demorado foi este processo de transição do geocentrismo para o helioncentrismo.

Contudo as concepções falsas de Aristóteles só vieram abaixo com Galileu que demonstrou experimentalmente que a rapidez com que um objeto cai independe de sua massa. Se para Aristóteles o movimento só era possível através de puxões ou empurrões, Galileu negava afirmando que se não houvesse interferência sobre um objeto móvel, este deveria mover-se em linha reta para sempre; nenhum empurrão, puxão ou qualquer tipo de força era necessário para isso. A diferença fundamental entre esses dois pensadores é que o primeiro não imaginava um meio que não fosse resistivo e o segundo supunha até a existência de um vácuo perfeito.

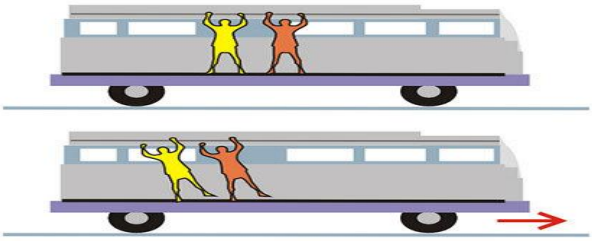
Galileu através de seus experimentos e observações refutou a ideia de que o estado normal de um objeto é o repouso. Para isso foi fundamental imaginar um meio onde não houvesse a resistência alguma, de onde então se podia concluir que um objeto poderia continuar em movimento eterno caso não houvesse nenhuma força agindo sobre ele e a esta propriedade ele chamou de inércia (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

Alguns meses após a morte de Galileu nasceu, em 1642, Isaac Newton e quando este chegou aos 23 anos desenvolveu suas famosas três leis do movimento suplantando toda teoria aristotélica que ainda pudesse existir. A primeira lei de Newton, convenientemente chamada de lei da inércia é o princípio da inércia descrito por Galileu só que dito de maneira mais refinada (HEWITT, 2015).

A lei da inércia é a resistência que os corpos oferecem a qualquer alteração em sua velocidade e originalmente assim foi descrita: "Todo objeto permanece em seu estado de repouso ou de rapidez uniforme em uma linha reta a menos que uma força resultante não nula seja exercida sobre ele" (HEWIT, 2015, p. 26). O ponto chave dessa lei é a palavra permanece.

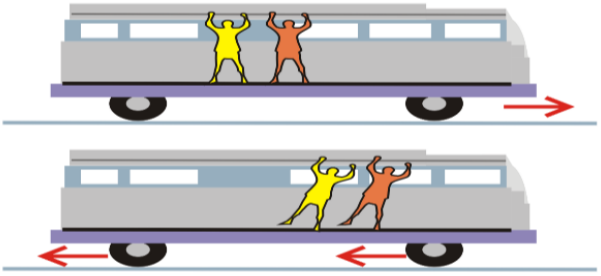
Para exemplificar considera-se uma situação clássica dos passageiros que viaja em pé em um ônibus quando este se movimenta de um ponto a outro da cidade a uma determinada velocidade. No início do movimento, quando o ônibus estabelece o movimente de repente, os passageiros são arremessados para trás devido ao princípio definido pela lei da inércia, ou seja, eles estavam em repouso e a tendência era permanecerem em repouso. A figura 2.20 ilustra esta situação.

Figura 2.20 - Quando o ônibus acelera os passageiros são lançados para trás.



Fonte: FERRARO, 2012.

Figura 2.21- Quando o ônibus freia, os passageiros sãos lançado para frente.



Fonte FERRARO, 2012.

Entretanto, se os passageiros estiverem no ônibus em movimento, os mesmos serão arremessados para frente assim que o ônibus parar de repente, pois estavam em movimento e a tendência era permanecer em movimento. Semelhante condição é representada na figura 2.21.

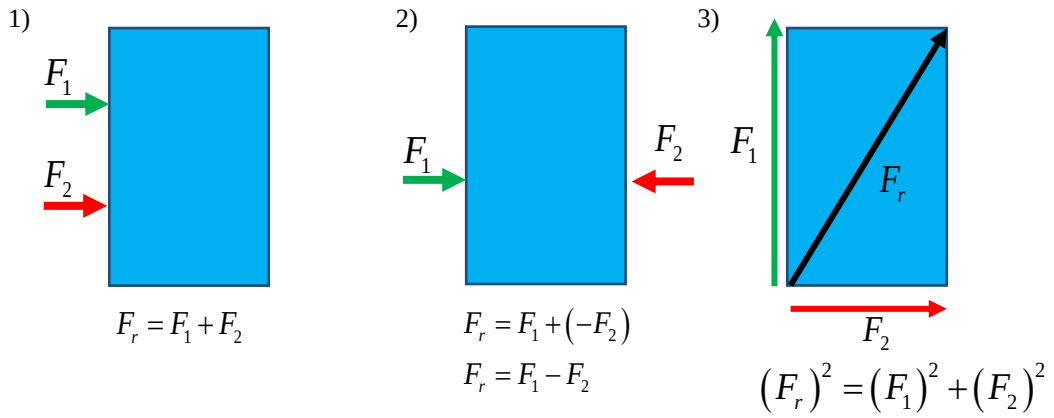
2.4.13.2 A segunda lei de Newton

Quaisquer variações que possam ocorrer no movimento será consequência direta da ação de uma força ou da combinação de várias forças. De modo mais simples uma força é um puxão ou empurrão e sua origem pode ser gravitacional, elétrica, magnética ou um esforço muscular. Quando mais forças agirem sobre um corpo, levar-se-á em conta a força resultante (HEWITT, 2015).

A figura 2.22 mostra como as forças se combinam para produzir uma força resultante. Quando as forças atuam no mesmo sentido elas se somam e quando elas atuam em sentido

contrário elas se subtraem para encontrar a força resultante. Em situações onde as forças atuam em várias direções usa-se a lei dos cossenos.

Figura 2.22 - Força resultante (Fr) consequência da combinação de forças.



Fonte: Autor.

As forças são grandezas vetoriais, representadas por setas, e possuem módulo, direção e sentido. Grandezas que necessitam apenas de seu modulo é chamada de grandeza escalar.

Newton foi o primeiro a descobrir a relação entre os conceitos físicos básicos aceleração, força e massa. E a segunda lei de Newton é a descrição desta importante relação: "A aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante atuando sobre ele; tem o mesmo sentido que essa força e é inversamente proporcional à massa do objeto" (HEWITT, 2015, p. 63). Ou de forma mais simplificada, a força resultante que age sobre um objeto é igual ao produto da massa do objeto pela sua aceleração. A equação 2.50 é o modelo matemático da segunda lei de Newton (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

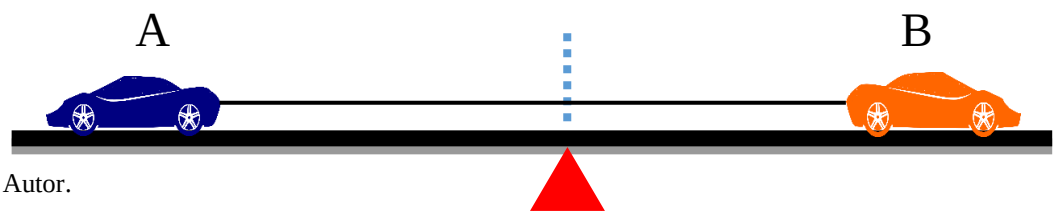
$$\vec{F}_r = m \cdot \vec{a} \tag{2.50}$$

A unidade de força no SI é o Newton (N) que pode ser definido a partir da equação 2.50, considerando as unidades de massa, comprimento e tempo do próprio SI. Imagine um bloco de massa de 1 kg sendo sujeito a uma aceleração constante de $1\ m/s^2$ por definição a força que provocou essa aceleração corresponde a 1N.

2.4.13.3 Terceira lei de Newton – Princípio da ação e reação.

Dois corpos interagem quando empurram ou puxam um ao outro, ou seja, quando cada um exerce uma força sobre o outro. Nesse processo de interação há sempre um par de forças, uma de ação outra de reação. Este par ação e reação podem ser facilmente visualizados no tradicional jogo de cabo de guerra, aqui modernamente representado por dois carros onde cada carro puxa um cabo para o lado que lhe garanta a vitória. Na figura 2.23 o carro A puxa o cabo para a esquerda (ação ou reação) e o carro B puxa para a direita (reação ou ação).

Figura 2.23 - Par de forças ação e reação no cabo de guerra entre os carros.



Fonte: Autor.

A terceira lei de Newton estabelece que "sempre que um objeto exerce uma força sobre outro objeto, este exerce uma força igual e oposta sobre o primeiro" (HEWITT, 2015, p. 76). No caso do cabo de guerra da figura 23, chamando a força efetuada pelo carro A de F_A e de F_B a força efetuada pelo carro B, pode-se representar essa lei de acordo com a relação escalar,

$$F_A = F_B \tag{2.51}$$

com módulos iguais. Ou pensando de forma vetorial,

$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B, \tag{2.52}$$

módulos iguais e sentidos diferentes.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será descrita a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa aplicada, ou seja, do produto educacional que apresenta uma proposta de nivelamento para superação, pelos alunos, da deficiência em Mecânica. Tal produto foi elaborado para ser utilizado como proposta didática que proporcione uma ajuda a alunos com defasagem em Mecânica que vem prejudicar a sequência de seus estudos, ocasionando repetência e evasão. Este conteúdo é parte do currículo do primeiro ano do ensino médio e também faz parte do ementário das disciplinas introdutória de Física sejam em cursos de licenciaturas, engenharias e outros.

3.1 PASSO A PASSO DO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DAS AULAS COM O PRODUTO EDUCACIONAL

Para o desenvolvimento da proposta foi realizado inicialmente um levantamento junto aos professores de 1º ano do ensino médio em três escolas da cidade de Presidente Médici – RO, sendo elas: EEEFM Professor Paulo Freire, EEEFM Carlos Drummond de Andrade e EEEFM Presidente Médici. O levantamento teve por objetivo descobrir a bibliografia adotada pelos professores para a disciplina de Física, os conteúdos de Matemática mais usados, as principais dificuldades no processo de ensino, as principais deficiências da aprendizagem considerando o referencial curricular e até quais conteúdos de Física eles conseguiam trabalhar naquela série.

Os dados junto aos professores foram obtidos a partir de conversas individuais sem o uso de questionários e qualquer outro tipo de direcionamento. Em linhas gerais percebeu-se que as bibliografias não convergiam para um único autor, o que de certa forma não oferece prejuízo à sequência lógica dos conteúdos. A forma desinteressada com que os alunos se portavam no cotidiano também foi mencionado pelos professores. Com relação aos conteúdos de Matemática mais usados por eles destacam-se: potências, racionalização, produtos notáveis, funções de primeiro e segundo graus. Já os conteúdos de Física foram: grandezas físicas, unidades de medidas, referencial, velocidade média, movimento uniforme, movimento uniformemente variado e leis de Newton.

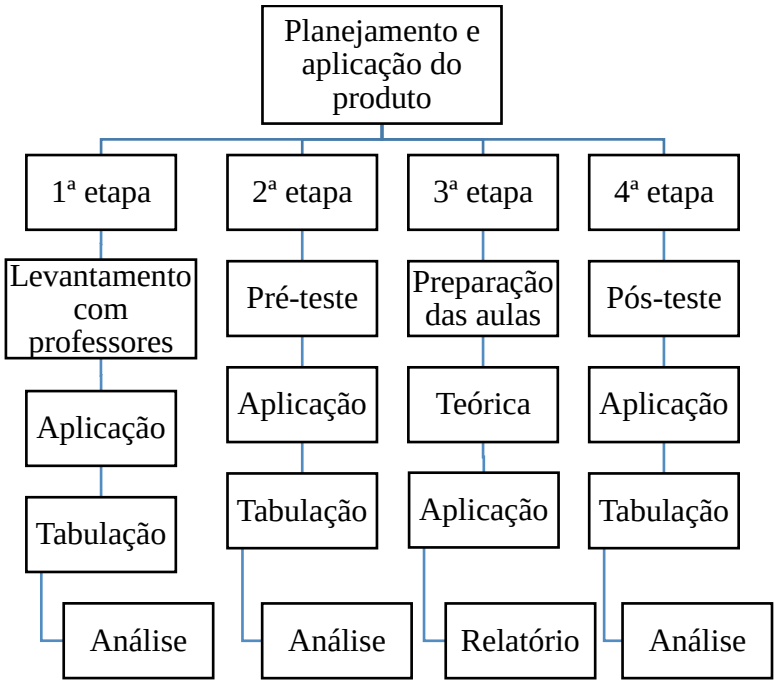
O segundo passo foi priorizar esses conteúdos de Matemática e Física do 1º ano do ensino médio no curso de nivelamento. Na sequência foi definida a escola onde o curso pudesse acontecer sendo escolhida a escola EEEF Professor Paulo Freire. O passo seguinte foi para qual público alvo, turma de alunos, a proposta seria apresentada. Em virtude da proximidade do ENEM 2018, o público escolhido foram alunos do 3º ano do ensino médio do período matutino, pois os mesmos usariam o curso como preparação para o certame.

A próxima etapa tratou de apresentar a proposta final do curso de nivelamento a direção e corpo técnico da escola. De maneira sucinta concerniu em uma explanação da proposta com os objetivos gerais. A ideia foi de pronto acolhida pela direção e houve uma autorização para que fosse apresentada a proposta aos alunos do 3º ano do ensino médio da escola. Na exposição aos alunos foi realizado o convite para participar do curso elencando os ganhos que eles teriam com a participação no curso, ressalvando o caráter voluntário da participação.

Diante da acolhida da direção, corpo pedagógico e dos alunos seguiu-se a elaboração de um pré-teste (Perfil de Entrada) que seria aplicado juntos aos alunos que manifestaram interesse em participar do curso, com vistas a descobrir em quais níveis de conhecimento estava a turma, ou seja, a intenção era levantar os conhecimentos prévios ou subsunçores que os alunos apresentavam. Este pré-teste seria estratégico, pois ele nortearia o passo subsequente, o da preparação das aulas e listas de exercícios.

A parte final do curso culminou com a aplicação de um pós-teste (Perfil de Saída) para a verificação do sucesso ou insucesso da proposta, ou seja, verificar indícios de aprendizagem significativa por parte dos alunos. Simultaneamente ao pós-teste foi feita a avaliação do curso de nivelamento. A figura 3.1 mostra o fluxograma sobre o planejamento da sequência didática, execução das atividades e aplicação do produto educacional.

Figura 3.1-- Fluxograma do planejamento e aplicação do produto educacional.



Fonte: Autor.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

O curso de nivelamento foi realizado nas dependências da escola EEEFM Professor Paulo Freire, situada a Rua Otávio Rodrigues de Matos, 2187, Bairro Ernandes Gonçalves, Presidente Médici/RO. Ela foi criada com a denominação de Escola de 1º e 2º Graus Professor Paulo Freire, pelo Decreto nº 8.128 de 03/12/1986. O Decreto nº 9.155 de 21/07/2000, alterou a denominação da Escola para EEEFM Professor Paulo Freire. O prédio escolar foi utilizado a partir de 01/09/1986. Neste período funcionava o 1º Grau com matrícula inicial de 213 alunos e matrícula final de 208 alunos. A partir de 1992 a Escola passou a atender o 2º Grau com o Curso Profissionalizante de Técnico em Contabilidade.

Nos dias atuais a escola trabalha em três turnos e possui uma estrutura física razoável contando com 15 salas de aulas, biblioteca, sala de vídeo, sala de informática, refeitório e ginásio de esportes coberto. Estão matriculados na escola 640 alunos divididos entre turmas que vão desde o 4º ano do ensino fundamental até o 3º ano do ensino médio. Especificamente no ensino médio tem-se 272 alunos matriculados.

3.3 METODOLOGIA USADA PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO EM SALA DE AULA

Em relação à aplicação do produto, o curso de nivelamento propriamente dito, todos os encontros iniciaram com a introdução dos conteúdos sendo habitualmente precedidos de uma investigação rápida para detectar os possíveis subsunçores, sempre com exemplos cotidianos, onde os conteúdos novos pudessem ser apoiados.

Na parte relacionada a unidades de medidas, a procura começava por saber algo atrelado ao interesse deles podendo ser esporte, filme ou até mesmo *games*. Usando o assunto futebol era possível falar de unidades de comprimento e de tempo, da mesma forma com corridas automobilística. Desse diálogo foi possível perceber que eles tinham noção de unidades de medida, de quantos centímetros, por exemplo, um metro é composto.

Reportando um pouco mais foi possível descobrir que eles conseguiam diferenciar as unidades de medidas entre si, entenderam que metros, centímetros e milímetros eram unidades de comprimento e não podiam de forma alguma serem usadas para expressar, por exemplo, a massa de um corpo. Também desse diálogo foi possível detectar unidades de medidas que não são muito usuais no dia a dia deles. Neste momento então se introduziu o tema transformação de unidades.

Ao final de cada explicação construía-se um mapa conceitual do assunto abordado com o objetivo de estruturar e organizar as ideias de maneira mais compactada numa única folha, podendo com isso inclusive estabelecer ligações e diferenciações entre as definições e as equações utilizadas. Por exemplo, no MRUV foi possível ver em um único mapa as funções pertinentes a esse tipo de movimento e as ligações entre elas e quando usar uma e não a outra. As atividades de fixação consistiam de exercícios semelhantes a aqueles do livro didático adotado pela escola no primeiro ano do ensino médio.

Todos os outros temas seguiram um procedimento semelhante de investigação, discussão, encontro dos subsunçores, introdução do tema, aplicações, construção do mapa conceitual e atividades de fixação.

3.4 AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DA PESQUISA

Uma pesquisa começa com um questionamento do pesquisador e termina com uma produção que leva a novas interpretações do cenário estudado. As pesquisas, conforme as

abordagens metodológicas que englobam, são classificadas em dois grupos distintos, o quantitativo e o qualitativo. O primeiro obedece ao paradigma clássico, positivismo, enquanto o outro segue o paradigma chamado alternativo (TERENCE; FILHO, 2006).

A abordagem quantitativa trabalha com pesquisa que se traduz em números e indicadores de quantidades. Conforme o próprio termo indica, significa quantificar opiniões, dados nas formas de coleta de informações, assim como também com o emprego de recursos e técnicas estatísticas. É adotada no desenvolvimento das pesquisas de âmbito social, econômico, de comunicação, mercadológicas, de opinião, de administração, representando em linhas gerais uma forma de garantir a precisão dos resultados e evitando com isso distorções de análise e interpretações (DUARTE, 2009).

A pesquisa de abordagem qualitativa de acordo com Minayo (2011, p. 21), salienta: "[...] universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes". Acrescenta-se a existência de uma realidade externa que pode ser examinada com objetividade, pelo estabelecimento de relações de causa e efeito, a partir de métodos quantitativos de investigação.

Por outro lado, na abordagem qualitativa, o pesquisador procura aprofundar-se na compreensão dos fenômenos que estuda interpretando-os segundo a perspectiva das particularidades da situação enfocada, sem se preocupar com representatividades numéricas, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito. Suas principais características são ambiente natural como fonte de coleta de dados e pesquisador como instrumento principal desta atividade (TERENCE; FILHO, 2006).

A pesquisa aplicada do presente trabalho é primordialmente de caráter qualitativo, contudo faz uma abordagem quantitativa ao comparar os dados do pré-teste e pós-teste dos alunos no curso de nivelamento. Sendo assim, ao final da aplicação da proposta de curso espera-se lograr êxito na aprendizagem dos conteúdos de Mecânica em que os alunos apresentavam defasagem acentuada.

3.5 INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

O processo de coleta de dados que daria os subsídios para a pesquisa começou com um levantamento junto aos professores de todas as escolas de ensino médio, da cidade Presidente Médici, por meio de entrevistas individualizadas sobre os assuntos abordados por

eles no primeiro ano do ensino médio. Na sequência mais informações foram obtidas com a aplicação do pré-teste junto aos alunos que participariam da proposta de nivelamento.

No decorrer do curso também foi possível coletar dados a partir da resolução das listas de exercícios, bem como da confecção dos mapas conceituais organizados pelos próprios alunos. E para finalizar a proposta de curso de nivelamento, um pós-teste foi aplicado sendo anexado a ele uma folha em branco onde os alunos deixariam um depoimento acerca do curso e do ganho que eles tiveram com a participação na proposta.

O pré-teste foi composto de cinco questões conforme o Apêndice A, versando sobre tópicos de Mecânica, e cuja aplicação deu-se no período de preparação do curso. O pós-teste por sua vez foi também composto de cinco questões, e este foi aplicado no último dia do curso. Enquanto o primeiro deu as bases para a preparação do material didático o segundo foi usado pra mensurar os avanços alcançados pela proposta.

4 O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é formado por um Caderno Didático com resumos de alguns assuntos de Matemática Básica, primordiais para a resolução de exercícios de Mecânica, a saber: potenciação e suas propriedades, produtos notáveis, racionalização, função de primeiro e segundo grau. Do mesmo modo com tópicos iniciais de Mecânica, como: grandezas físicas, partícula, corpo extenso, referencial, velocidade média, movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, queda livre dos corpos, força e leis de Newton.

No Caderno Didático também consta mapas conceituais para os assuntos trabalhados, com a finalidade de organizar tais assuntos e estabelecer relações significativas entre os conceitos e as maneiras de apresentação. Especificamente na parte da Física foram acrescentadas listas de exercícios de fixação em cada tópico evidenciadas nos Apêndices D, E, F, G e H. O produto educacional encontra-se explicitado no apêndice J.

Nas próximas seções encontra-se uma descrição dos passos seguidos para a elaboração e aplicação do produto educacional.

4.1 APLICAÇÃO E RESULTADO DO PRÉ-TESTE

O trabalho com os alunos iniciou com a aplicação de um pré-teste, mostrado no Apêndice A, com vistas a avaliar os conhecimentos prévios sobre conteúdos básicos de Mecânica. O pré-teste foi composto por cinco questões, sendo quatro perguntas abertas com exceção da primeira que era de múltipla escolha. Outro objetivo era tentar compreender como os estudantes resolveriam os problemas propostos. Permitiu-se apenas o uso de calculadora e foi aconselhado que eles pensassem nas questões de maneira a resolvê-las sem o uso de fórmulas podendo até fazer uma descrição em forma de redação do procedimento usado por eles para resolver a questão.

Na elaboração do pré-teste usou-se questões tradicionais constantes nos livros por eles usados, que envolviam os temas de Física que seriam abordados no curso de nivelamento como: notação científica transformação de unidades, movimentos unidimensionais, conceitos de forças e leis de Newton. A aplicação do pré-teste ocorreu no período noturno com duração de 1h30min, nas dependências da EEEFM Professor Paulo Freire, sendo realizado por 40 alunos de duas turmas do 3º ano do período matutino.

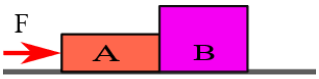
Da análise minuciosa do pré-teste poder-se-ia descobrir alguns subsunçores que seriam importantes aliados por ocasião da elaboração do material para a aplicação do curso. Na primeira questão, por exemplo, seria investigada a noção que eles tinham sobre transformações de unidades, operações com potências, a notação de números extremamente pequenos ou extremamente grandes e fundamentalmente a ideia de que transformação de unidade é descobrir quantas vezes uma medida cabe na outra passando necessariamente por um processo de divisão. No quadro 4.1 é possível verificar as questões e os possíveis subsunçores nelas contido.

O gráfico 4.1 mostra o rendimento dos alunos no pré-teste para todas as questões respondidas. A primeira questão era a única de múltipla escolha e no momento que antecedeu a resolução os alunos foram orientados a resolvê-la e não simplesmente assinalar uma das alternativas aleatoriamente. Não houve nenhum cálculo para esta questão anexado ao teste o que leva a crer em uma possível dificuldade com notação cientifica, medidas muito grandes ou muito pequenas, e nos comentários anotados no momento da resolução foi possível detectar certo desconforto com a palavra Ängstron. Indagados a respeito disso a resposta foi que o nome com uma grafia fora da usual dava a impressão de ser algo extremamente difícil. Assinalou a alternativa correta 12,5% dos alunos, 15% deixaram a questão em branco e 72.5% erraram, conforme mostrado no gráfico 4.1.

A segunda questão envolvia um conceito relativamente simples de velocidade média com o cuidado de efetuar as transformações de unidades adequadas, tanto no percurso quanto no tempo, no entanto o percentual de acerto foi da ordem de 17,5%, com 35% sem respostas e 47,5% de erros, como apresentado no gráfico 4.1. Não era uma questão de múltipla escolha e foi possível fazer algumas observações a partir das respostas. Sem o uso de nomes optou-se por representar cada aluno por um código.

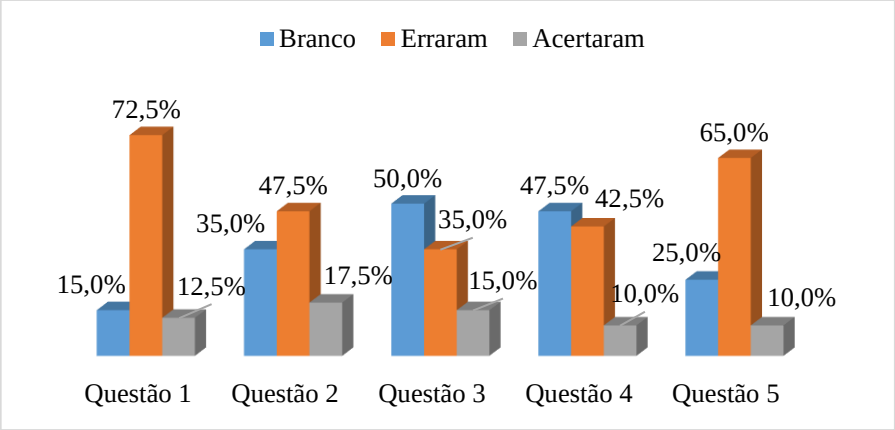
O aluno A1 tem conhecimento da relação que se usa por encontrar a velocidade média da atleta, mas por outro lado sequer faz a transformação de unidade necessária para o êxito na resolução da questão 2. Observa-se também certa confusão na hora de efetuar a divisão de 42,195km por 2h 39min 12s, o tempo foi considerado como um número decimal. A resolução mencionada pelo aluno A1 está mostrada na figura 4.2.

Quadro 4.1 - As questões do pré-teste e os possíveis subsunçores.

Questão	Possíveis subsunçores
1 - Para medidas de raios atômicos e outros comprimentos extremamente pequenos, usa-se uma unidade denominada ÅNGSTRÖM, cujo simbolo é Å. Sabendo-se que 1 Å equivale $10^{-10}m$, cada centimetro da régua equivale, a quantos ångströns? a) 10^{20} b) 10^{16} c) 10^{12} d) 10^{10} e) 10^{8}	Transformação de unidades, operações com potências e notação cientifica.
2 - A atleta brasileira, Maria do Carmo Arruda Guimarães venceu a 9ª Maratona Internacional de São Paulo, percorrendo 42,195 km em 2 h 39 min 12 s. Encontre sua velocidade escalar média e expresse-a em *m/s*.	Conceito de velocidade média, transformação de unidades, divisão e arredondamentos.
3 - Um móvel parte da posição 20 m com uma velocidade constante de 2 *m*/s a favor do sentido positivo da trajetória. Encontre sua posição decorridos 5 s de movimento.	Conceito de movimento uniforme; sentido do movimento; unidades de tempo, de espaço, velocidade e equações do primeiro grau.
4 - Os blocos, A e B, de massas respectivamente 10 kg e 15 kg, estão inicialmente em repouso. Aplicamos em A uma força de 500 N como mostra a figura. Sabendo que não há atrito entre a superfície e os blocos e que g = 10 m/s², determine a aceleração adquirida pelos blocos e o valor da força de contato entre eles. 	Conceito de força, leis de Newton, decomposição de forças, equação do primeiro grau.
5 - Um automóvel de massa 1200 kg, deslocando-se a 15 m/s, tem o freio acionado e para em 2 s. Determine a intensidade da força a ele aplicada sob a ação dos freios, supondo está constante.	Noções de MRUV, conceito de força, aceleração constante e equações do primeiro grau.

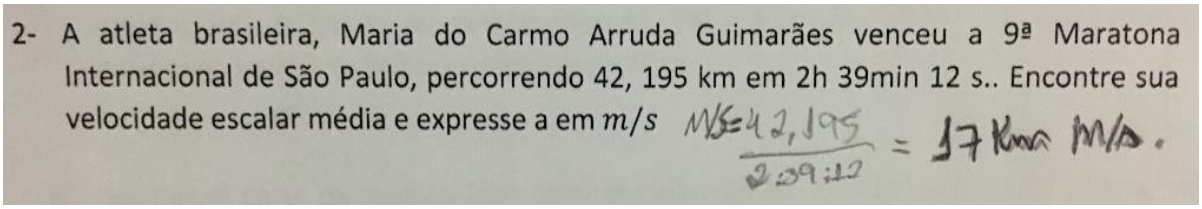
Fonte: Elaboração autor, 2018.

Gráfico 4-1- Rendimentos dos alunos por questão no pré-teste.



Fonte: Elaboração autor, 2018.

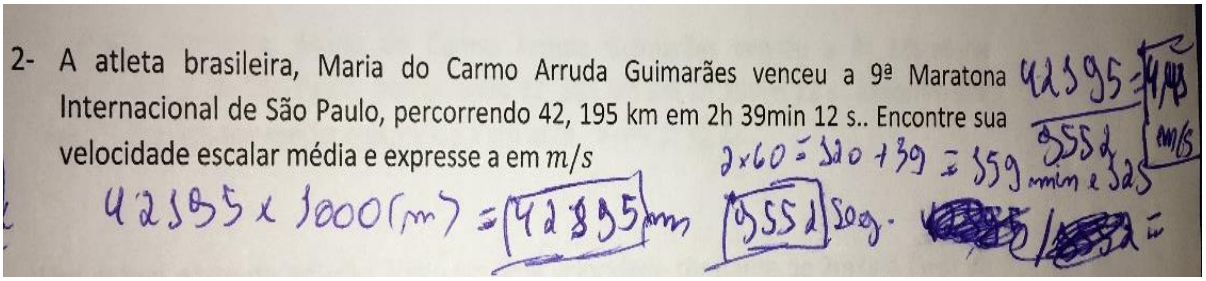
Figura 4.1 - Resolução da questão 2 pelo aluno A1.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Já o aluno A4 demonstrou inteiro domínio do conceito de velocidade média e da transformação adequada das unidades de espaço e tempo, ver figura 4.3. Na unidade de tempo, por exemplo, ele fez a transformação por etapas, transformou 2h em minutos e somou aos 39 minutos. Os 159 minutos foram multiplicados por 60 e acrescidos dos 12s chegou-se aos 9552 segundos.

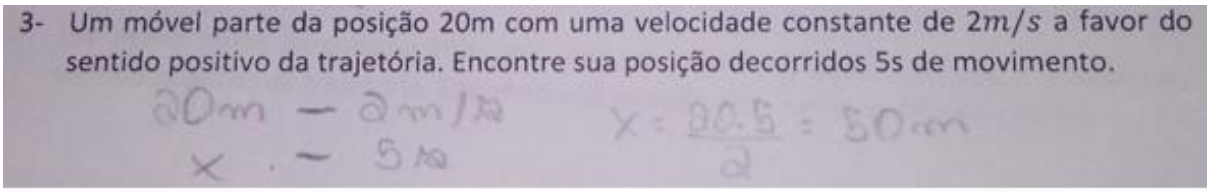
Figura 4.2 - Resolução da questão pelo aluno A4.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Na terceira questão, um problema de movimento com velocidade constante, sem necessidade de nenhuma transformação de unidade. Os resultados são: acertos 15%, sem respostas 50% e erros 35%, representado no gráfico 1. Das respostas catalogadas segue algumas observações pertinentes. O aluno A2 fez uso de uma regra de três simples para chegar a uma resposta equivocada de $50\,m$, figura 4.4. Uma das possíveis hipóteses para o uso deste procedimento foi que o aluno não conseguiu diferenciar as unidades de velocidade e tempo, no seu entendimento velocidade e tempo são grandezas expressas pela mesma unidade de medida.

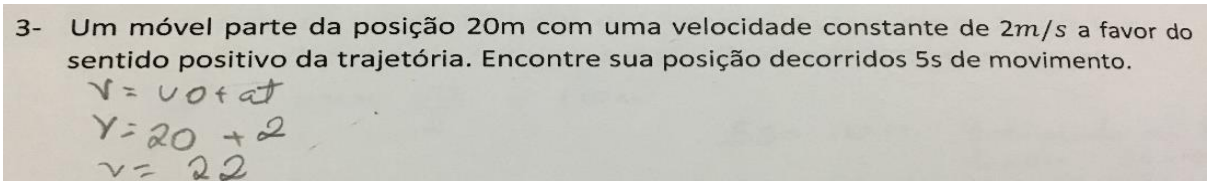
Figura 4.3 - Resolução da questão 3 pelo aluno A2.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

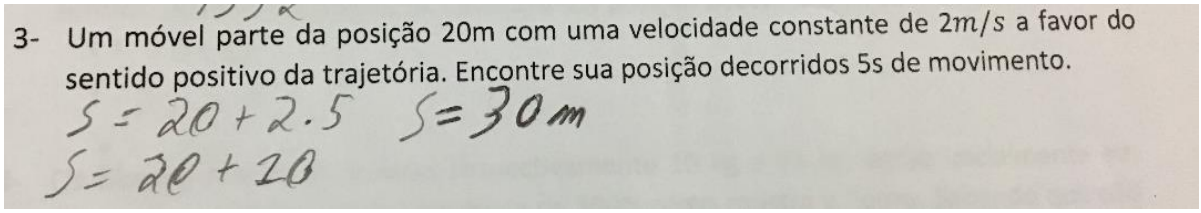
O aluno A5 por sua vez usou a função horária da velocidade do MRUV para tentar resolver o problema, deixando evidente não saber diferenciar movimento com velocidade uniforme de movimento com aceleração constante, figura 4.5. Contudo, o aluno A25 mesmo não escrevendo a função horária da posição do movimento uniforme com aceleração constante, fez o seu uso corretamente chegando à resposta certa de $30\ m$, figura 4.6. O aluno A28 também fez uso da fórmula da velocidade média equivocadamente para tentar resolver, figura 4.7.

Figura 4.4 - Resolução da questão 3 pelo aluno A5.



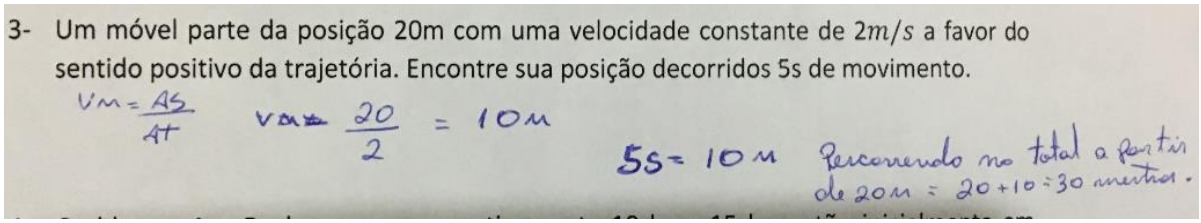
Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Figura 4.5 - Resolução da questão 3 pelo aluno A25.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Figura 4.6 - Resolução da questão 3 pelo aluno A28.

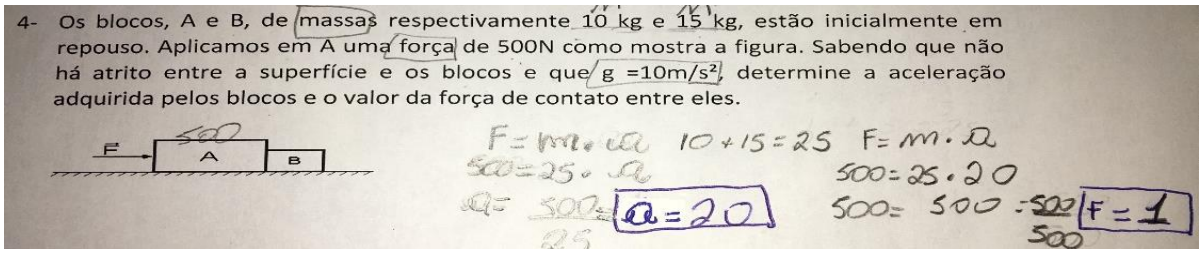


Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A quarta questão consistia de um problema de aplicação da segunda lei de Newton e tinha-se o interesse de obter, a aceleração do conjunto e o valor da força de contato entre eles. A repercussão foi a seguinte: acertos 10%, parcial com êxito apenas no valor da aceleração; sem resposta 47,5% e erros 42,5%, o gráfico 1 ilustra esse resultado. Nenhum deles tentou decompor as forças que atuavam em cada bloco.

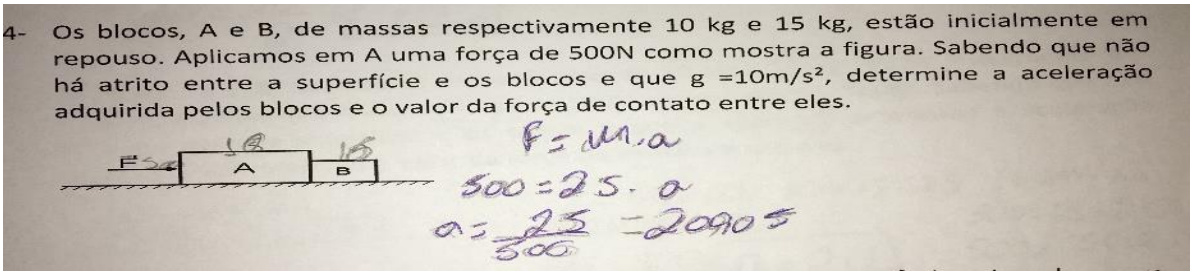
Na tentativa de resolução o aluno A15 somou as massas dos blocos e usou corretamente o modelo matemático da 2ª lei de Newton, embora tenha encontrado o valor numérico da aceleração esqueceu-se de especificar a unidade de medida, solução apresentada na figura 4.8. O aluno A21 da mesma forma fez uso correto da equação da 2ª lei, no entanto, não resolveu corretamente a equação do 1º grau, ver resposta na figura 4.9. Já o aluno A30 usou a função horária da velocidade para a resolução encontrando, estranhamente, o valor de 2,5 s como resposta, tentativa de determinação na figura 4.10.

Figura 4.7 - Resolução da questão 4 pelo aluno A15.



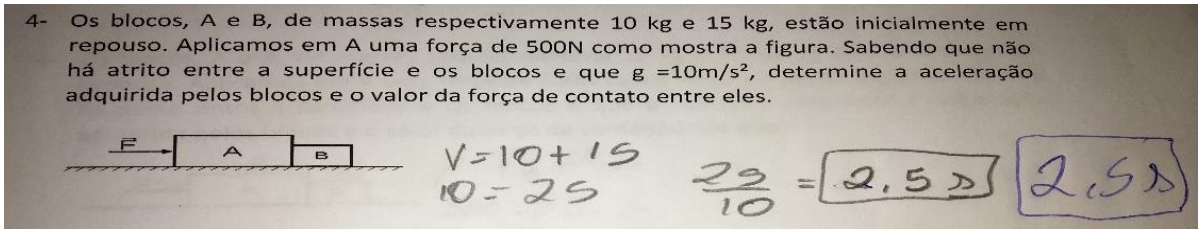
Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Figura 4.8 - Resolução da questão 4 pelo aluno A21.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Figura 4.9 - Resolução da questão 4 pelo aluno A30.

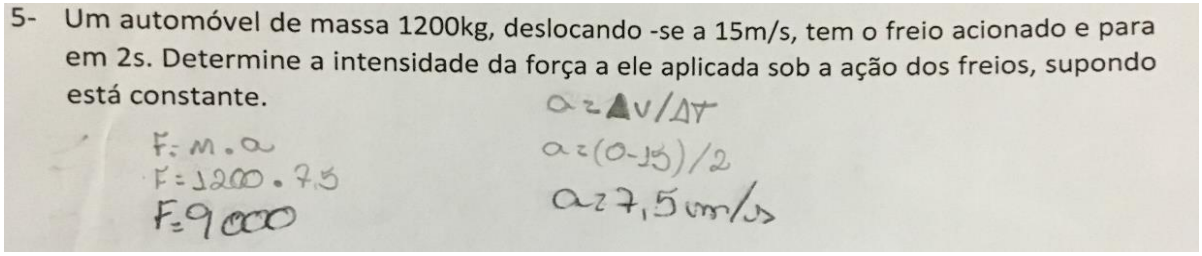


Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A quinta e última questão versava sobre a 2ª lei de Newton e sua resolução exigia um domínio da função horária da velocidade do MRUV. Ressalta-se que o móvel estava freando e parava em dois segundos, levando o aluno a entender que sua velocidade final assumiria o valor igual a zero e a aceleração teria o sinal negativo. Nesta questão teve 10% de alunos que acertaram, 65% erraram e 25% deixaram em branco, conforme gráfico 4.1.

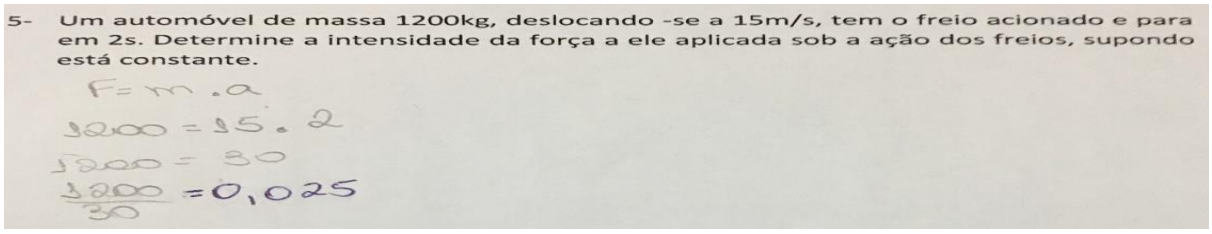
Neste sentido, o aluno A38 descobriu corretamente a valor da aceleração usando a variação da velocidade dividida pela variação do tempo, no entanto, simplesmente despreza o sinal negativo sem ao menos falar em módulo ou enfatizar que a força estava sendo efetuada contra o sentido do movimento, resolução mostrada na figura 4.11. Já o aluno A3 por sua vez usa a 2ª lei de Newton, mas confunde massa com força, velocidade com massa e tempo com a aceleração, figura 4.12.

Figura 4.10 - Resolução da questão 5 pelo aluno A38.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Figura 4.11 - Resolução da questão 5 pelo aluno A3.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

De maneira geral o pré-teste revelou uma situação preocupante evidenciando o despreparo dos alunos. O domínio dos conceitos físicos foi esporádico e muitas vezes usado equivocadamente de maneira automática sem ao menos pensar na questão de maneira lógica, visto que foi avisado que eles poderiam usar um pequeno texto para justificar seus cálculos. As operações e equações matemáticas seguiram um roteiro semelhante, são alunos do 3º ano do ensino médio e a rigor não deveriam encontrar dificuldade na resolução de uma equação do 1º grau. A busca de subsunçores não foi das mais frutíferas e pode-se dizer que em termos de organização de conhecimentos físicos e matemáticos o que se viu foi o caos.

Mas como pensar num curso de nivelamento num cenário tão hostil? Quais conteúdos seriam usados? De onde começar dentro da perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel? A Mecânica, parte da Física a ser trabalhada neste curso de nivelamento tem na Matemática uma importante aliada, pois é a partir dela que os conceitos tomam forma e adquirem significado lógico. Diante disso o curso teria que necessariamente começar por uma revisão de alguns tópicos de Matemática. O domínio adequado da parte de cálculo resultaria num êxito muito grande na resolução dos problemas.

4.2 PREPARAÇÃO DO CURSO DE NIVELAMENTO

Os conteúdos selecionados, com base nas entrevistas com os professores, referentes à disciplina de Matemática foram: potências, racionalização, produtos notáveis, funções do 1º e 2º graus; com relação à Física os conteúdos: grandezas físicas, unidades de medida, referencial, velocidade média, movimento uniforme, movimento uniformemente variado e as leis de Newton. No quadro 4.2 encontra-se apresentado os conteúdos trabalhados no curso de nivelamento, o tópico utilizado na introdução do assunto e os possíveis subsunçores.

Esses conteúdos foram divididos em uma carga horária de 20 horas, com dois encontros semanais de duas horas de duração. A parte Matemática foi trabalhada em três encontros perfazendo um total de seis horas e a parte da Física por sua vez em sete encontros com um total de 14 horas. O quadro 4.3 apresenta a carga horária de cada assunto conforme ficou dividida nos encontros. Ao final de cada encontro uma lista de exercícios de fixação era entregue a cada um dos participantes para efetuarem a resolução em casa.

Organizados os assuntos, definidos a carga horária de cada tópico e os subsunçores que seriam usados nas aulas suscitados a partir da aplicação do pré-teste, o passo seguinte foi retornar a EEEFM Professor Paulo Freire e confirmar quem de fato, dos 40 alunos das duas turmas do 3º ano do ensino médio que responderam o pré-teste, participariam do curso de nivelamento. Lembrando que isto foi realizado com a prévia autorização da direção da escola, dos pais e ajuda do corpo pedagógico da mesma.

Quadro 4.2 - Conteúdos trabalhados, a introdução dos assuntoe os possiveis subsunçores.

Tópicos	**Introdução**	**Subsunçores**
Potências.	Multiplicação de números reais.	Multiplicação.
Racionalização.	Conceito de fração.	Radiciação.
Produtos notáveis.	Operações com monômios.	Adição e multiplicação de expressões algébricas.
Função do 1º grau.	Definição.	Relação de dependência entre duas grandezas quaisquer.
Função do 2º grau.	Definição.	Relação de dependência entre duas grandezas quaisquer.
Grandezas físicas.	Definição.	Tempo, espaço, velocidade, massa, força e aceleração.
Unidades de medidas	Instrumentos de medidas.	Noção de espaço, tempo e massa.
Referencial.	Definição.	Ponto de partida, ponto de chegada, distância, variação e comparação.
Velocidade média.	Definição.	Espaço percorrido, deslocamento, rapidez, tempo, suas variações e operações matemáticas básicas.
Movimento Uniforme.	Definição.	Velocidade constante, posição inicial, tempo e operações matemáticas básicas.
Movimento Uniformemente Variado.	Definição.	Velocidade, tempo, aceleração constante e operações matemáticas básicas.
Leis de Newton.	Definição.	Força, massa, aceleração e operações matemáticas básicas.

Fonte: Elaboração autor, 2018.

Quadro 4.3- Divisão dos tópicos por encontro.

Tópico	**Encontro**
Mapas conceituais, Potências, Racionalização e Produtos notáveis.	Primeiro.
Função do 1º grau.	Segundo
Função do 2º grau.	Terceiro.
Grandezas físicas, Unidades de medidas e Referencial.	Quarto.
Velocidade média.	Quinto.
Movimento Uniforme.	Quinto e sexto.
Movimento Uniformemente Variado.	Sétimo e oitavo.
Leis de Newton.	Oitavo, nono e décimo.

Fonte: Elaboração autor, 2018.

Desta forma os alunos foram levados à sala de vídeo onde o curso de nivelamento foi apresentado a eles detalhando quais assuntos seriam trabalhados, a carga horária, os dias que aconteceriam as aulas e a possibilidade de mudanças das datas conforme disponibilidade deles em participar do curso. Também foi mostrado o resultado do pré-teste respondido por eles. Após um período de discussão chegou-se a um consenso que 20 alunos participariam do curso e os encontros aconteceriam às segundas e quintas feiras das 19h30min até às 21h30min, perfazendo quatro horas semanais.

4.3 APLICAÇÃO E RESULTADO DO CURSO DE NIVELAMENTO

Nos encontros em que foram trabalhados os conteúdos de Matemática Básica e a construção dos mapas conceituais, a metodologia usada foi aula expositiva com o uso de *datashow*, vídeos e resolução de problemas de aplicação no quadro com o uso de pinceis coloridos destacando as partes mais relevantes.

A segunda parte do curso abordou especificamente os conteúdos de Física, o *modus operandi*, foi o uso mais acentuado de recurso áudio visual como do *datashow*, dos exemplos cotidianos, do uso adequado dos subsunçores e da relevante construção dos mapas conceituais de cada tópico. Também fez uso de mesas redondas para mitigar a discussão a respeito de temas mais complexos, bem como o estudo em grupo na resolução de exercícios que eram aplicados em sala de aula. Ao final de cada encontro, foram distribuídas aos alunos listas de exercícios de fixação dos temas trabalhados apresentadas nos Apêndices E, F, G, H e I.

No decorrer do curso percebeu-se a importância estratégica do domínio e compreensão da parte relacionada a unidades de medidas e suas transformações, foram nítidas a evolução dos alunos nos assuntos posteriores a partir do momento que eles compreendiam bem essa parte.

Ainda no aspecto relacionado à metodologia percebeu que eles se sentiam muito mais confortáveis quando o assunto era introduzido a partir de situações que eles já conheciam, por exemplo, ao se falar de velocidade média usou-se como exemplo um vídeo de um carro, em uma corrida de fórmula 1, dando uma volta em um circuito. O vídeo mostrava todo o trajeto efetuado pelo móvel, a distância percorrida e o tempo gasto. Foi fácil para eles compreenderem que a resolução do problema passava necessariamente pelas transformações

de unidades adequadas, seja nas unidades de espaço e nas unidades de tempo. Nos tópicos em que havia dificuldade de encontrar situações reais de aplicações, usavam-se ilustrações feitas a mão no próprio quadro sem prejuízo no rigor da explicação e compreensão do assunto.

Outro aspecto a se destacar no curso foi a ênfase dada a organização das ideias, tanto na hora de estruturar a explicação do conteúdo quanto na hora de resolver a questão, procurou-se primeiro descobrir qual era o assunto que se tratava o problema e depois quais seriam as equações e relações que seriam usadas neste processo. Essa organização só foi possível graças à ajuda dos mapas conceituais.

4.3.1 Aplicação e resultado da proposta didática

As aulas seguiam sempre um roteiro pré-determinado e se iniciavam com um diálogo aparentemente informal sobre situações cotidianas privilegiando a contribuição por parte dos alunos. Desse diálogo aberto com um viés investigativo encontravam-se os subsunçores que seriam usados naquela aula. A partir desse ponto a teoria era introduzida tomando o cuidado com os rigores necessários aos conceitos físicos, conforme a linguagem cientifica da definição, dando espaço a perguntas e indagações por parte dos alunos. O procedimento seguinte era organizar toda a teoria em forma de mapas conceituais, afim de que as ligações entre os temas ficassem bem claras. Por exemplo, no assunto sobre função quadrática foi apresentado pelo professor o mapa conceitual mostrado na figura 4.13.

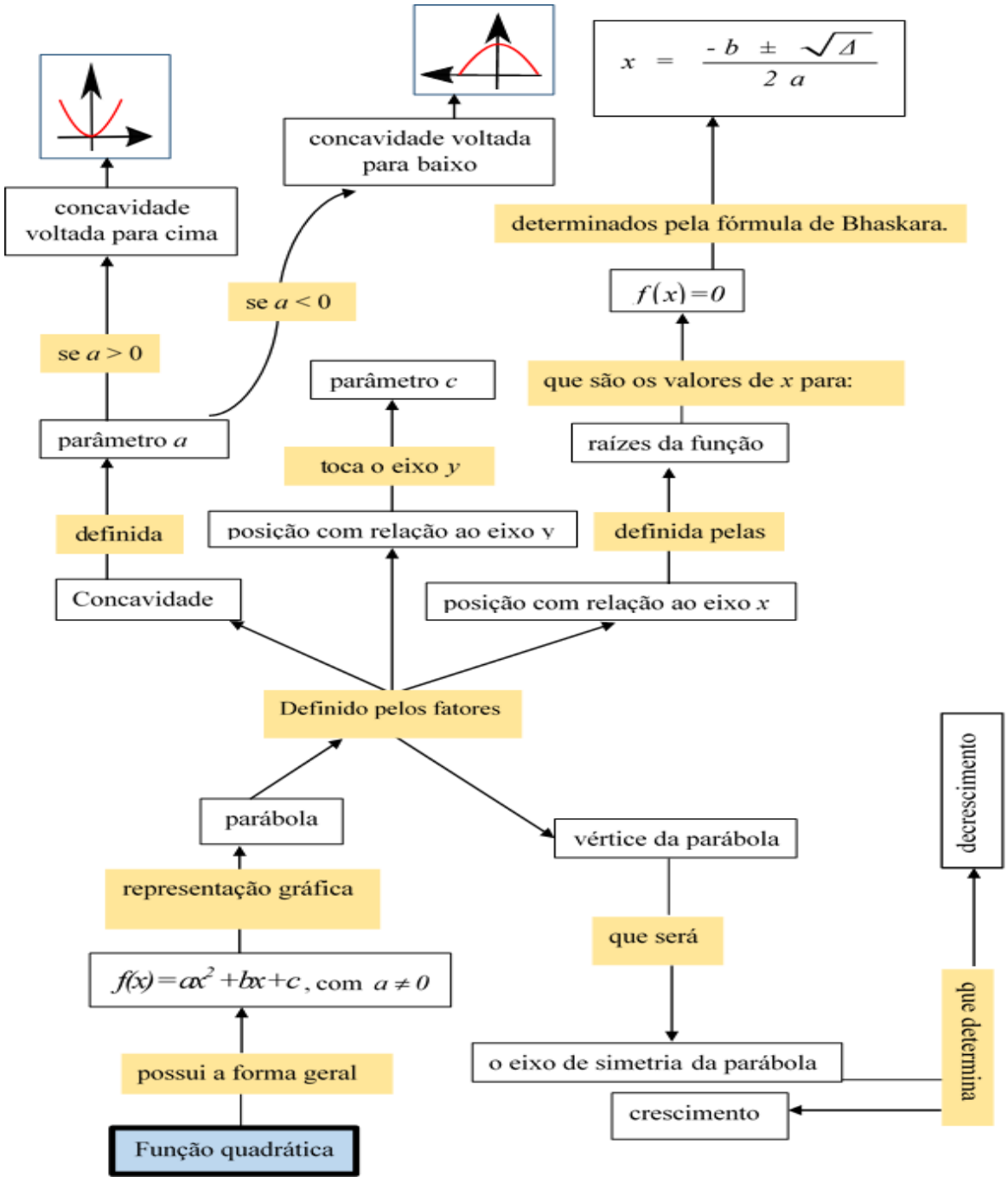
Fugindo um pouco do convencional optou-se por começar o mapa conceitual da figura 36 colocando o tema central do estudo na parte inferior da folha, e do retângulo com o tema “função quadrática” saíram as ligações para as partes mais importantes da teoria tais como: gráfico, raízes, concavidade da parábola, vértice da parábola, a importância dos parâmetros a, b e c. Em uma única folha foi possível colocar toda a teoria organizando-a de forma estruturada evidenciando as partes e as ligações mais importantes da teoria.

Os alunos também eram estimulados a criar os seus próprios mecanismos de organização, enfatizando que a elaboração dos mapas por eles mesmos era muito mais significativa do que pegarem um mapa já pronto. A figura 4.14 exemplifica a criação de um mapa sobre função quadrática confeccionado pelo aluno A13.

Observe que o aluno A13 colocou no mapa (figura 4.14) aquilo que ele considerava mais importante dentro do tema função quadrática: sua forma, suas raízes e sua representação

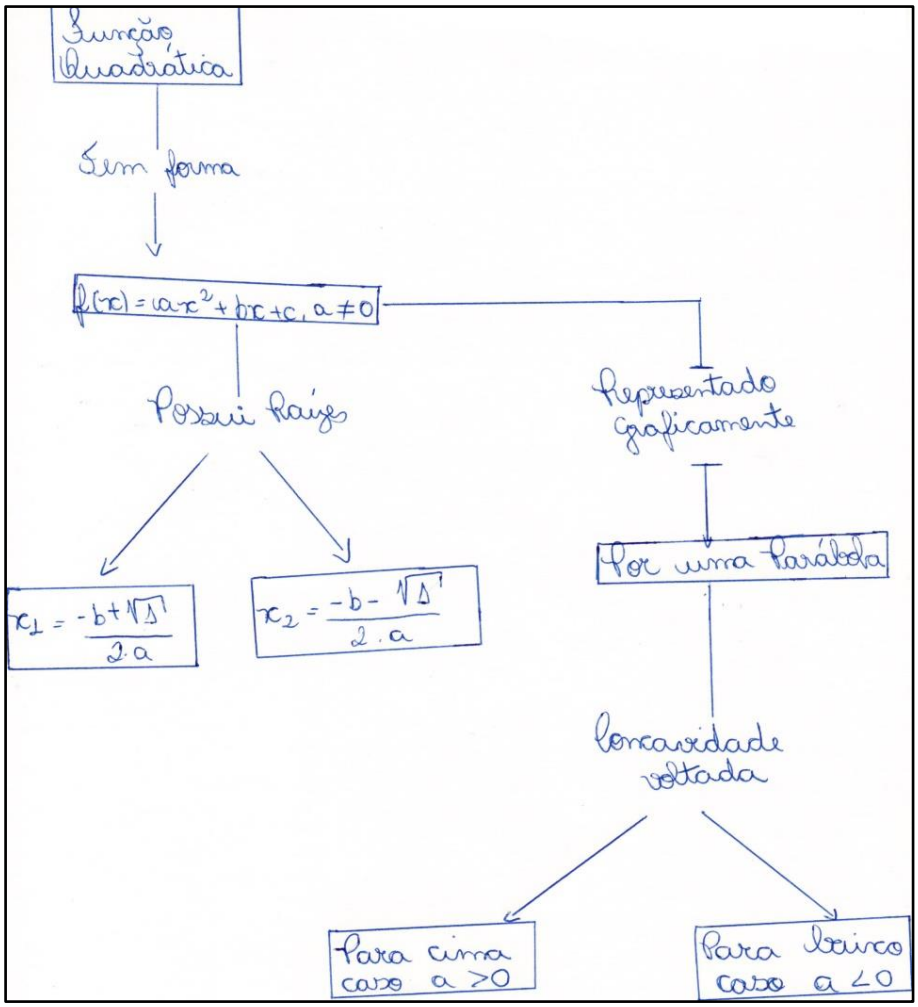
gráfica. Certamente a falta de prática o fez esquecer-se de outras partes igualmente importantes, tais como eixo de simetria, ponto onde toca o eixo *y* e o eixo *x*, ponto onde ela é crescente ou decrescente. No capítulo 5 serão apresentados alguns mapas conceituais criados pelos alunos. Após a confecção dos mapas pelo professor procedia-se com a resolução de exemplo e problemas de aplicação.

Figura 4.12 - Mapa conceitual sobre função quadrática.



Fonte: Autor.

Figura 4.13- Mapa conceitual sobre função quadrática confeccionado pelo aluno A13



Fonte: Dados da pesquisa 2018.

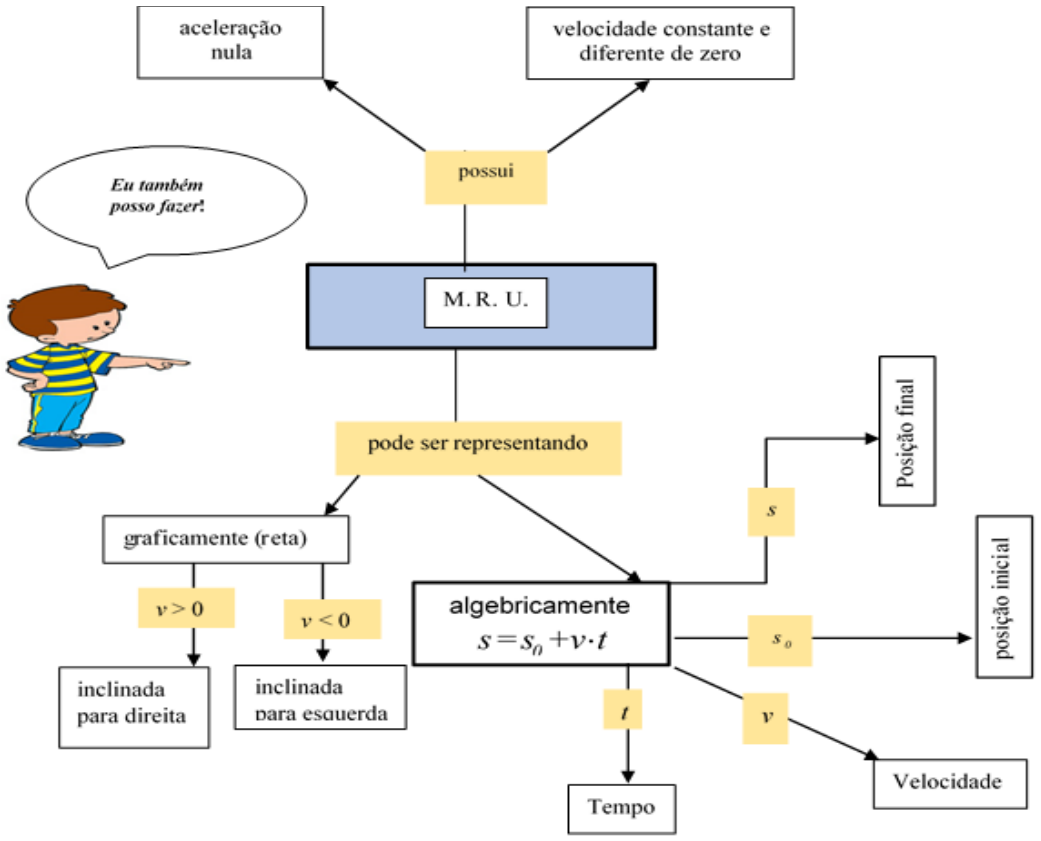
O produto em si, Caderno Didático, foi dividido em duas partes bem distintas, como já mencionado anteriormente, uma versando sobre tópicos de Matemática Básica e a outra parte sobre os tópicos iniciais de Mecânica. Junto a cada tópico estudado seguiu-se um mapa conceitual como método de organização para facilitar o entendimento. E assim foi durante todo o curso.

Na parte Matemática não se trabalhou lista de exercícios, apenas exemplos em sala de aula, uma vez que os exercícios sobre tais temas seriam cobrados, adaptadamente, nos exercícios de Física.

De igual forma os conceitos físicos seguiram roteiro semelhante, explanação do conteúdo, mapa conceitual confeccionado pelo professor, mapa conceitual elaborado pelo aluno, resolução de exemplos e listas de exercícios conforme, respectivamente, figuras 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18.

O mapa conceitual sobre MRU representado pela figura 4.15 foi confeccionado a partir dos conceitos básicos sobre este tipo de movimento, que são aceleração nula, velocidade constante, representação gráfica por uma reta que a depender do sinal da velocidade poderá estar inclinada para direita ou para a esquerda.

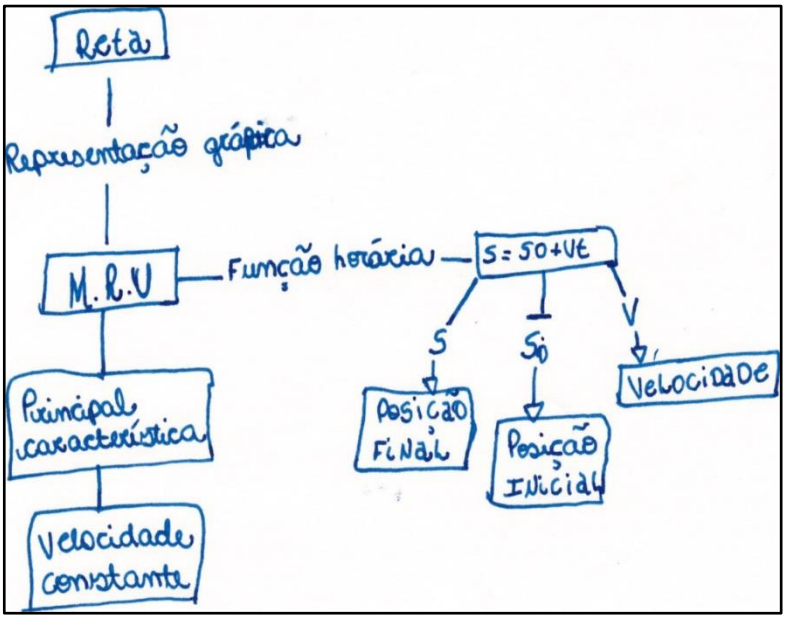
Figura 4.14- Mapa conceitual do MRU.



Fonte: Autor.

Na figura 4.15, encontra-se um mapa construído em sala pelo o aluno A2, destacando aquilo que ele achou relevante: velocidade constante, função horária da posição do MRU separando suas partes e a representação gráfica deste movimento que é o de uma reta. Percebe-se alguns pequenos erros de conexão entre algumas partes do mapa, vide ligação "MRU => principal característica => velocidade constante". Corretamente a expressão "principal característica" não deveria estar dentro de uma caixa, visto que ela é apenas uma ligação entre MRU e velocidade constante e só estes deveriam estar dentro da caixa. Mas isso não torna menos importante a ação de organizar o conteúdo, esses pequenos erros serão minimizados com a prática.

Figura 4.15- Mapa conceitual construido pelo aluno A2 sobre MRU.

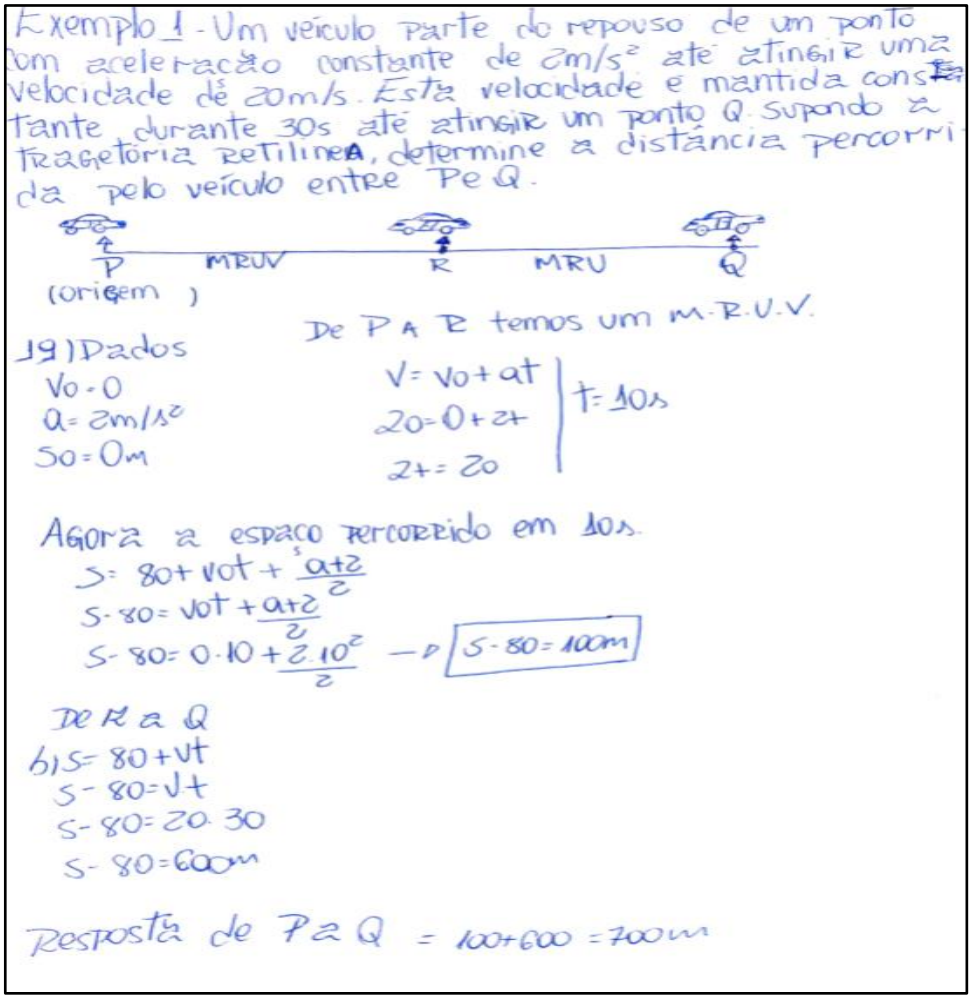


Fonte: Dados da pesquisa 2018.

A quantidade de exemplos resolvidos correspondia em torno de dois por cada tópico visto, esse era o número ideal, pois assim sobrava algum tempo para que os alunos já começassem a resolver as listas de exercícios.

Os primeiros exemplos resolvidos por eles em sala contavam com a ajuda do professor, principalmente em termos de retirar os dados do problema com cuidado e corretamente. Ilustrando este fato tem-se na figura 4.17 a resolução de um exemplo relativamente complexo, pois versava sobre MRU e MRUV, pelo aluno A6. Com auxílio do professor ele retirou os dados a partir de uma leitura minuciosa da questão, continuou com a elaboração de um desenho onde colocou os pontos de partida, chegada e onde começava cada tipo de movimento. Descobrindo primeiro o espaço que o móvel percorreu em MRUV e em seguida o espaço percorrido em MRU. Do somatório das duas chegou-se a resposta correta.

Figura 4.16 - Resolução do exemplo 1 pelo aluno A6.



Fonte: Dados da pesquisa 2018..

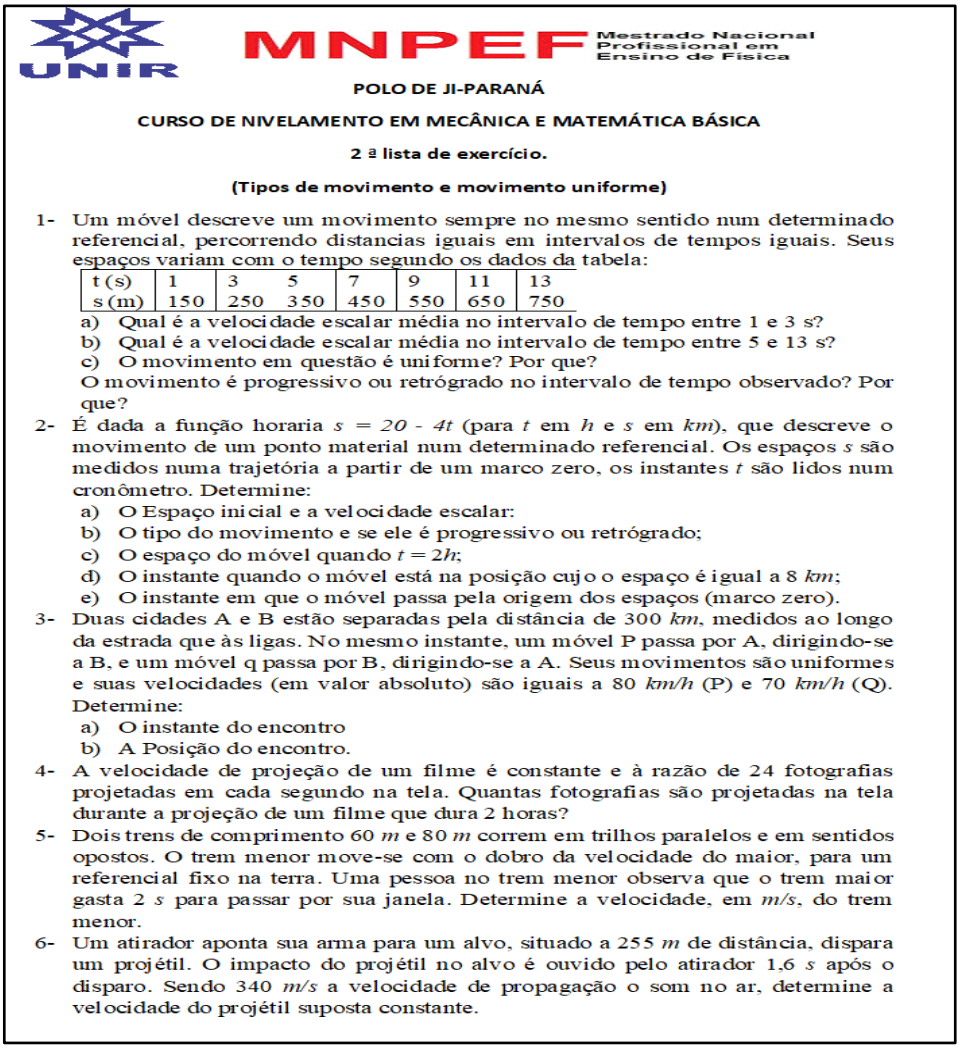
A primeira lista de exercícios, apêndice D, abordava os seguintes temas: Transformação de unidades, notação cientifica, ordem de grandeza e velocidade média, contendo 10 exercícios em níveis crescentes de dificuldade. O domínio dos conteúdos apresentado nesta lista seria estratégico, pois são pré-requisitos para os demais assuntos a serem trabalhados.

A segunda lista, apêndice E, trabalhava exercícios sobre tipos de movimento e movimento uniforme ou MRU. A mesma continha apenas seis exercícios visto que o assunto também poderia ser cobrado nos outros temas futuros, figura 4.18. Na sequência a terceira lista, apêndice F, consistia de assuntos referentes ao MRUV. A quarta lista, apêndice G, versava sobre movimento vertical no vácuo, sendo o tema em que os alunos encontraram maior dificuldade; os assuntos eram: mudança do eixo horizontal para o vertical, fixação de um ponto inicial, aceleração da gravidade e resultados com valores negativos para velocidade

e posição. Finalmente a quinta lista, apêndice H, fechava o curso com questões sobre as leis de Newton.

As listas começavam a ser resolvidas em sala e por questões de tempo eram terminadas em casa. No encontro posterior as dúvidas eram sanadas e usadas como um processo de revisão antes de introduzir um novo assunto.

Figura 4.17- Segunda lista de exercício.



UNIR — MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

2 ª lista de exercício.

(Tipos de movimento e movimento uniforme)

1- Um móvel descreve um movimento sempre no mesmo sentido num determinado referencial, percorrendo distancias iguais em intervalos de tempos iguais. Seus espaços variam com o tempo segundo os dados da tabela:

t (s)	1	3	5	7	9	11	13
s (m)	150	250	350	450	550	650	750

a) Qual é a velocidade escalar média no intervalo de tempo entre 1 e 3 s?
b) Qual é a velocidade escalar média no intervalo de tempo entre 5 e 13 s?
c) O movimento em questão é uniforme? Por que?
O movimento é progressivo ou retrógrado no intervalo de tempo observado? Por que?

2- É dada a função horaria $s = 20 - 4t$ (para t em h e s em km), que descreve o movimento de um ponto material num determinado referencial. Os espaços s são medidos numa trajetória a partir de um marco zero, os instantes t são lidos num cronômetro. Determine:
a) O Espaço inicial e a velocidade escalar:
b) O tipo do movimento e se ele é progressivo ou retrógrado;
c) O espaço do móvel quando $t = 2h$;
d) O instante quando o móvel está na posição cujo o espaço é igual a 8 km;
e) O instante em que o móvel passa pela origem dos espaços (marco zero).

3- Duas cidades A e B estão separadas pela distância de 300 km, medidos ao longo da estrada que às ligas. No mesmo instante, um móvel P passa por A, dirigindo-se a B, e um móvel q passa por B, dirigindo-se a A. Seus movimentos são uniformes e suas velocidades (em valor absoluto) são iguais a 80 km/h (P) e 70 km/h (Q). Determine:
a) O instante do encontro
b) A Posição do encontro.

4- A velocidade de projeção de um filme é constante e à razão de 24 fotografias projetadas em cada segundo na tela. Quantas fotografias são projetadas na tela durante a projeção de um filme que dura 2 horas?

5- Dois trens de comprimento 60 m e 80 m correm em trilhos paralelos e em sentidos opostos. O trem menor move-se com o dobro da velocidade do maior, para um referencial fixo na terra. Uma pessoa no trem menor observa que o trem maior gasta 2 s para passar por sua janela. Determine a velocidade, em m/s, do trem menor.

6- Um atirador aponta sua arma para um alvo, situado a 255 m de distância, dispara um projétil. O impacto do projétil no alvo é ouvido pelo atirador 1,6 s após o disparo. Sendo 340 m/s a velocidade de propagação o som no ar, determine a velocidade do projétil suposta constante.

Fonte: Autor.

4.4 APLICAÇÃO E RESULTADO DO PÓS-TESTE

Ao final do décimo encontro procedeu-se a aplicação do pós-teste, exposto no apêndice B, com o objetivo de verificar os ganhos obtidos pelos participantes em termos de

aprendizagem significativa. O teste consistia de cinco questões sendo uma de múltipla escolha, que foram baseadas nos assuntos abordados dentro do curso, distribuídas conforme o quadro 4.4. Anexo às questões do pós-teste deixou-se um espaço para a avaliação do curso, ver apêndice C. Essa avaliação seria em forma de redação com o propósito que os alunos pudessem expressar livremente, sem nenhum direcionamento ou resposta prévia sugerida por um questionário.

Quadro 4.4 - Questões do pós-testes e os assuntos envolvidos..

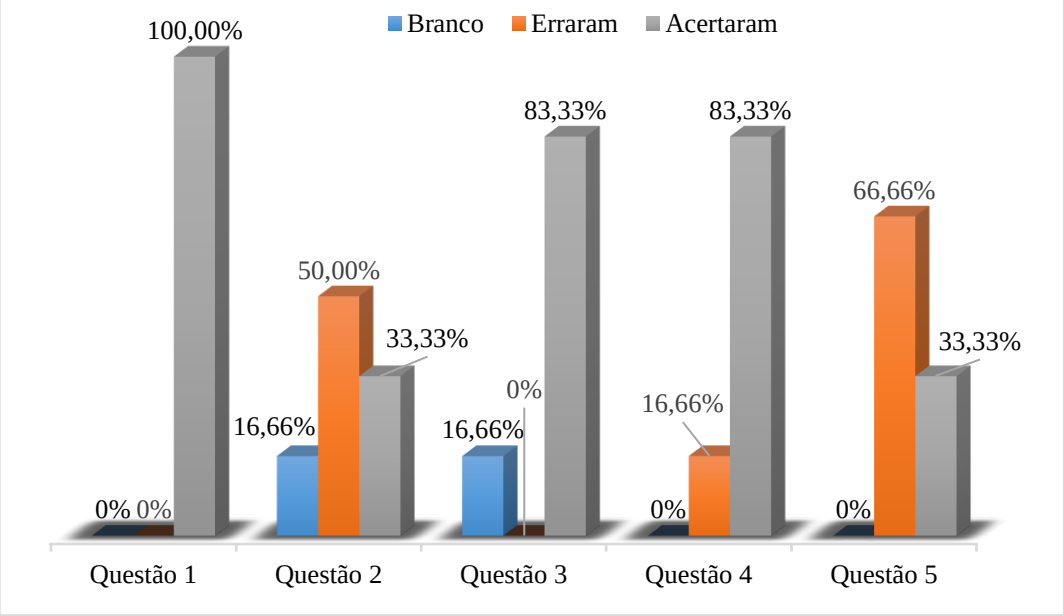
Questão	**Assunto**
1 - Um intervalo de tempo igual a 25972,5 segundos corresponde a: a) 7 h 12 min 52,5 s b) 7 h 772 min 0,5 s c) 7 h 21 min 145 s d) 432 h 52,5 min e) 432,875 h	Transformação de unidades.
2 - A atleta brasileira, Maria do Carmo Arruda Guimarães venceu a 9ª Maratona Internacional de São Paulo, percorrendo 42, 195 km em 2h 39min 12 s. Encontre sua velocidade escalar média e expresse-a em *m/s*.	Velocidade média.
3 - Explique o que significa uma velocidade de 1 *m/s* e uma aceleração de 1 *m/s²*. Explique também o que significa uma desaceleração de 5 *m/s²*.	Unidades de velocidade e aceleração.
4 - Os blocos, A e B, de massas respectivamente 10 kg e 15 kg, estão inicialmente em repouso. Aplicamos em A uma força de 500N como mostra a figura. Sabendo que não há atrito entre a superfície e os blocos e que g = 10 m/s², determine a aceleração adquirida pelos blocos e o valor da força de contato entre eles. 	Leis de Newton.
5 - A expressão “queda livre” significa “cair no vazio”. Um corpo é abandonado, a partir do repouso, de uma altura de 80 m acima do solo terrestre. Determine a velocidade escalar do corpo no instante em que ele atinge o solo. Despreze a resistência do ar e considere g = 10 *m/s²*. a) 20 m/s b) 40 m/s c) 35 m/s d) 50 m/s e) 25 m/s	Queda livre.

Fonte: Elaboração autor, 2018.

O curso de nivelamento ocorreu entre os meses de setembro e outubro de 2017 no período noturno e os alunos, por serem do último ano do ensino médio, estavam envolvidos em várias atividades organizadas pela escola, projetos dos mais diversos ramos, proximidade

da edição 2017 do ENEM e as provas do terceiro bimestre. Em termos de rendimento pode-se observar uma melhora acentuada quando comparado os resultados do pós-teste, gráfico 4.2, com o rendimento do pré-teste, gráfico 1. Tem-se mostrado no gráfico 4.2, os índices de acerto, erro e os deixados em branco para cada questão.

Gráfico 4-2- Rendimentos dos alunos por questão no pós-teste.

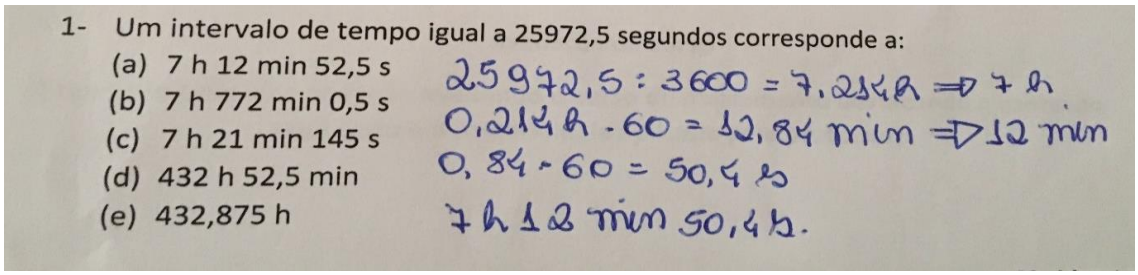


Fonte: Elaboração autor, 2018.

Traçando um paralelo entre a questão 1 do pré-teste e questão 1 do pós-teste, ambas envolvendo transformação de unidades e com o mesmo grau de dificuldade, observou uma melhora significativa com um percentual de acerto da ordem de 100% no pós-teste, representando um crescimento de 87,50%, quando comparando com o gráfico 4.1.

Exemplificando a questão 1, a qual versava sobre converter o tempo dado em segundos para equivalente em horas, minutos e segundos, a estratégia seguida pelo aluno A3 foi primeiro transformar em horas encontrando um valor composto de um resultado inteiro seguido de uma parte decimal; a parte inteira representaria as horas e a parte decimal seria multiplicada por 60 para a transformação em minutos; da mesma forma que no primeiro passo o resultado encontrado foi um número inteiro seguido de uma parte decimal, o inteiro representava os minutos e a parte decimal seria multiplicada por 60 para a transformação em segundos, conforme figura 4.19.

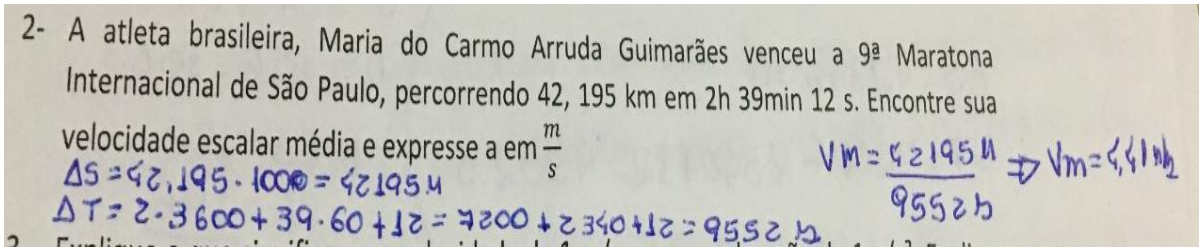
Figura 4.18 - Resolução da questão 1 pelo aluno A2.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A questão 2 do pós-teste, propositalmente igual a aplicada no pré-teste, obteve um rendimento de 33,33% representando assim um avanço de quase 16% em relação ao pré-teste. Destaca-se aqui certa dificuldade dos alunos em transformar unidades de medida quando estas são compostas de mais de um modelo. Os alunos que não chegaram ao resultado até fizeram o uso correta da fórmula, contudo a transformação foi feita de maneira equivocada. Na figura 4.20 vê-se um procedimento correto: o aluno A2 separou o espaço percorrido pela atleta e o tempo gasto na maratona. Com relação ao espaço ele fez a transformação corretamente multiplicando quilômetro por mil para transformação em metros; na grandeza tempo ele separou as unidades que estavam em horas, minutos e segundos, efetuando separadamente cada transformação e depois somando os resultados. Chegando ao resultado final pela aplicação correta da fórmula.

Figura 4.19 - Resolução da questão 2 do pós-teste pelo aluno A2.

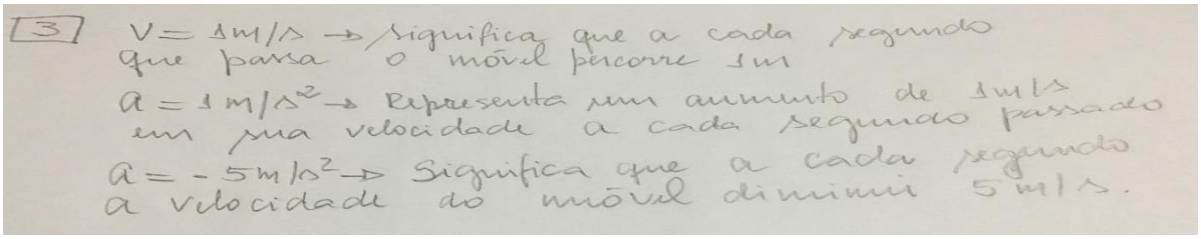


Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Na sequência, a terceira questão consistia em comprovar se houve de fato a compreensão dos participantes dos conceitos de velocidade, aceleração e desaceleração. O rendimento em termos percentuais seguiu a ordem de 83,33%, provando assim que eles de fato entenderam o tema trabalhado, comprovado pela resposta do aluno A4, figura 4.21. Ele compreendeu corretamente o significado de uma velocidade de 1m/s: que a cada segundo que passa a posição do móvel aumenta um metro. Da mesma forma, o significado de uma

aceleração de 1 m/s²: A cada segundo a velocidade do móvel tem um acréscimo de 1 m/s. Fechando o correto raciocínio, a compreensão de uma aceleração negativa: A cada segundo a velocidade do móvel tem decréscimo de 5 m/s².

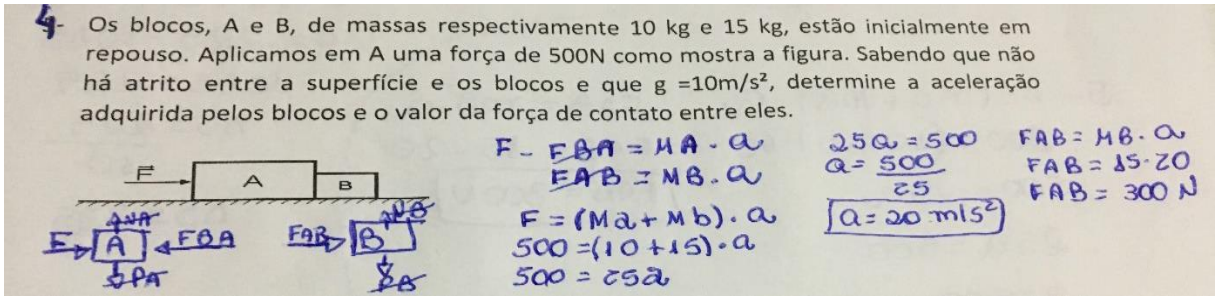
Figura 4.20 - Resolução da questão 3 pelo aluno A4.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A quarta pergunta seguiu um roteiro igual ao aplicado no pré-teste, obtendo-se 83,33% de acertos que em termos comparativos representa uma evolução de 73,33%. No pré-teste observou-se grandes dificuldades em decompor adequadamente as forças que agiam no sistema, pois apenas 10% haviam acertado a questão, logo com o resultado de acertos do pós-teste pode concluir que no geral as dificuldades foram sanadas. A figura 45 ilustra esse fato na qual se vê que o aluno A15 separou os blocos e orientou perfeitamente todas as forças envolvidas no arranjo. Cancelou as forças peso e normais e montou um sistema para chegar à solução do problema. Destaca-se também o correto cancelamento da força que A exerce em B com a força que B exerce em A. Procedimento eficaz para se chegar ao valor da aceleração.

Figura 4.21 - Resolução da questão 4 pelo aluno A15.

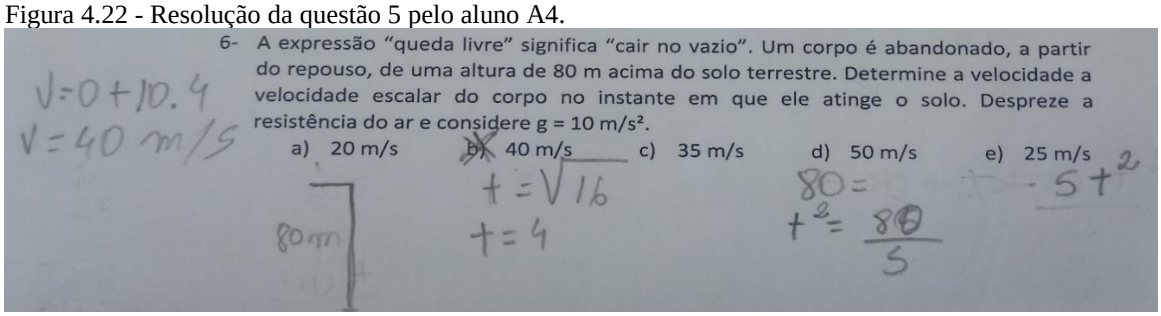


Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Já a quinta questão versou sobre queda livre dos corpos e em sua resolução exigiu dos alunos a correta fixação de referenciais com a finalidade de determinar o sinal da aceleração e do espaço a ser percorrido pelo móvel, em seguida utilizou o modelo matemático adequado a fim de resolver o problema. Esta questão foi umas das que apresentou menor índice de acerto

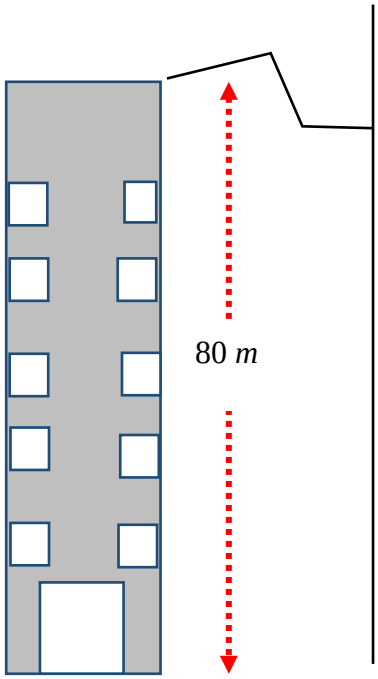
ficando com um aproveitamento de 33,33%. O assunto referente a esta questão não foi contemplado no pré-teste, pois não tinha sido elencado nos assuntos previstos inicialmente para trabalhar. Contudo, tal tema foi abordado no curso sendo assim acrescentou-se esta questão no pós-teste. Quando lhes foi perguntado a respeito de como explicar o insucesso nessa questão, a essência da resposta era a dificuldade em fixar um referencial quando o movimento ocorria no eixo vertical. O aluno A4 em sua resolução chega a resposta correta conforme figura 4.23, mas observe que ele esquece de alguns detalhes imprescindíveis, não houve uma fixação da origem no ponto de lançamento, o sinal da aceleração também não teve um tratamento adequado e as equações que foram usadas por ele não foram bem especificadas. A figura 4.24 mostra a resolução correta da questão com esboço da situação, fixação dos referenciais e as equações usadas.

Figura 4.22 - Resolução da questão 5 pelo aluno A4.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Figura 4.23 - Resolução correta da questão 5.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Fixando a origem no ponto de lançamento e considerando $a = -g = -10\ m/s^2$, $s_0 = 0$ e $v_0 = 0$, uma vez que o móvel parte do repouso, da equação 2.44, tem-se:

$$s = \frac{at^2}{2} \rightarrow -80 = \frac{-10 \cdot t^2}{2} \rightarrow -80 = -5t^2 \rightarrow t^2 = 16$$

$$t = \sqrt{16} \rightarrow t = 4\ \text{s}$$

$$v = v_0 + at \rightarrow v = 0 - 10 \cdot 4 \rightarrow v = -40\ m/s^2$$

O sinal negativo da velocidade é consequência direta da fixação do sentido positivo para cima. O móvel está caindo logo sua velocidade tem o sinal negativo.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

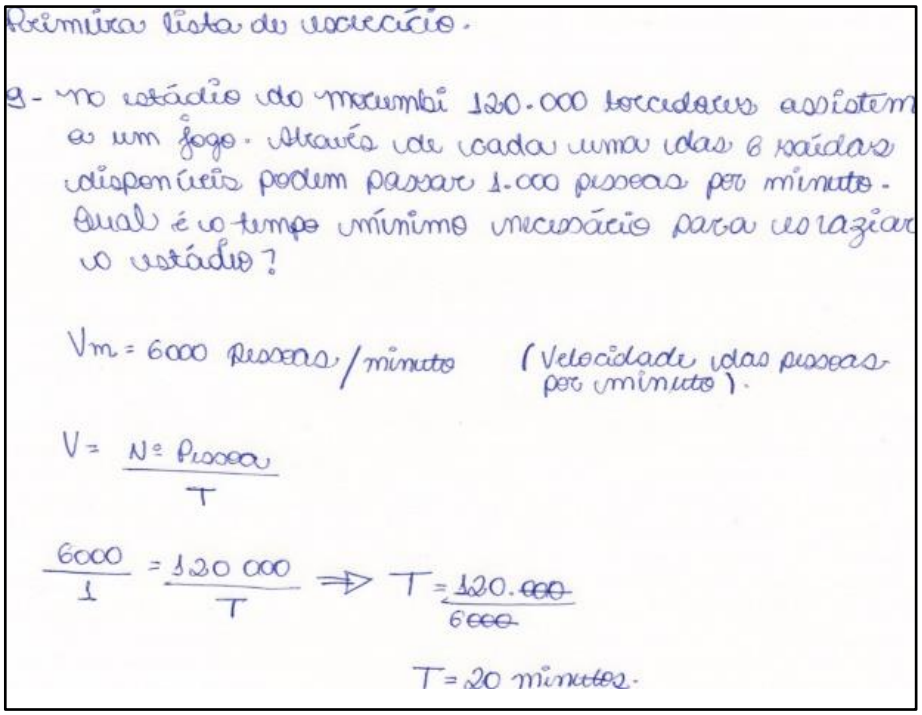
As entrevistas individuais com os professores de Física, das três escolas do ensino médio de Presidente Médici, deram os subsídios necessários para as escolhas dos conteúdos a serem abordados no curso de nivelamento e para compor o Caderno Didático. O mecanismo utilizado para a avaliação do curso de nivelamento foi uma redação escrita pelos alunos onde eles atestaram a validade e os ganhos obtidos a partir da participação no curso como proposta para superação da deficiência em Mecânica.

No decorrer do curso observou-se um grande empenho dos alunos em relação às atividades, mesmo com muitos impeditivos dentre os quais se destacam: clima chuvoso do final de ano, outros projetos da escola acontecendo concomitante a aplicação do produto, provas bimestrais e principalmente ansiedade dos alunos pela proximidade das provas do ENEM. Esses efeitos poderiam ser minimizados se o curso tivesse acontecido numa época menos carregada de atividades. Não obstante a isso houve avanços bastante significativos por parte dos alunos, tanto em termos de compreensão do assunto como de organização dos estudos corroborado pela excelente avaliação do curso por parte deles.

Destaca-se também o empenho deles em resolver os exercícios que lhes foram passados, em termos percentuais cerca de 80% da turma resolviam as atividades. O aluno A2, por exemplo, resolveu corretamente a questão 9 da primeira lista de exercícios, que podia ser resolvida adaptando-se a fórmula da velocidade média, conforme figura 5.1. O aluno resolveu o exercício em casa e como ainda restava dúvida sobre a adaptação feita ele o trouxe para discussão em sala. Dessa discussão foi possível aferir um nível de acerto próximo de 60%. Em termos comparativos questão semelhante a esta no pré-teste teve um percentual de acerto de cerca de 30 %, conforme gráfico 4.1.

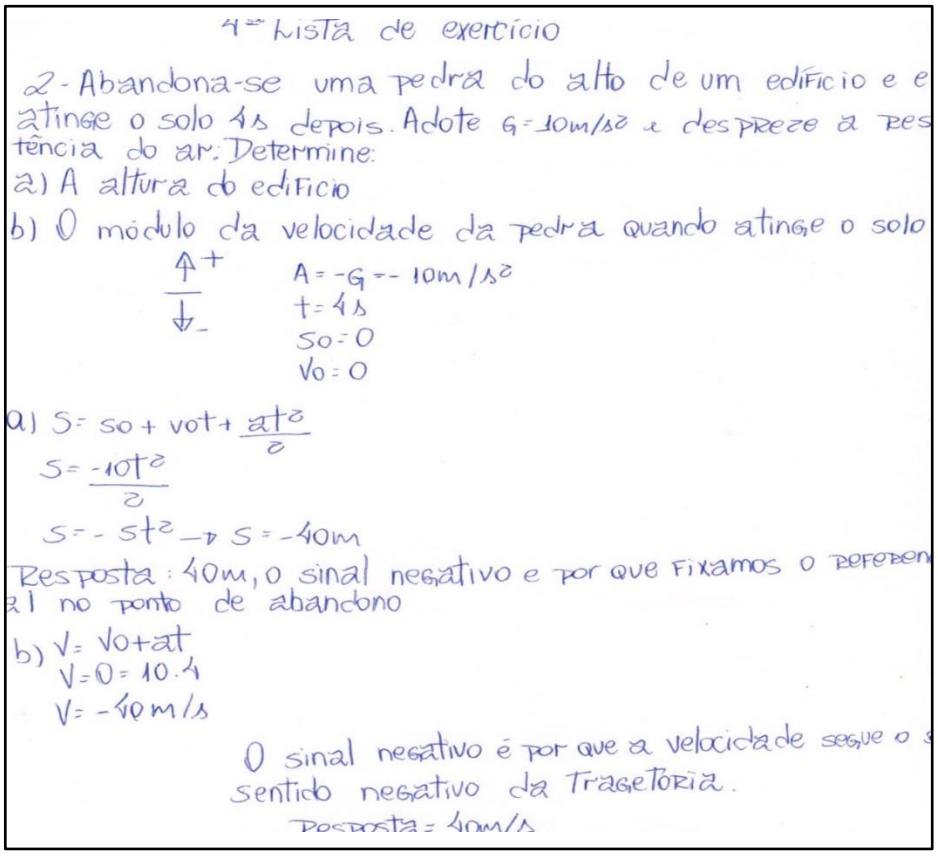
De igual forma o aluno A6 resolveu a questão 4 da segunda lista de exercícios, sobre queda livre dos corpos, conforme figura 5.2. A grande dificuldade encontrada pelos alunos neste quesito foi a mudança de eixo horizontal para vertical, seguidos da fixação de ponto de referência, o local de onde o corpo estava sendo abandonado. Ainda na discussão a respeito das dificuldades destaca-se o difícil entendimento por parte dos alunos do sinal negativo que acompanha o valor da altura do prédio e da velocidade com que ele chega ao solo. Embora não tenha sido trabalhada no pré-teste esta questão evidencia a dificuldade em transpor os conceitos básicos de cinemática (referencial) para situações problemas (PRUDÊNCIO, 2017).

Figura 5.1- Resolução do exercício 9 da primeira lista pelo aluno A2.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

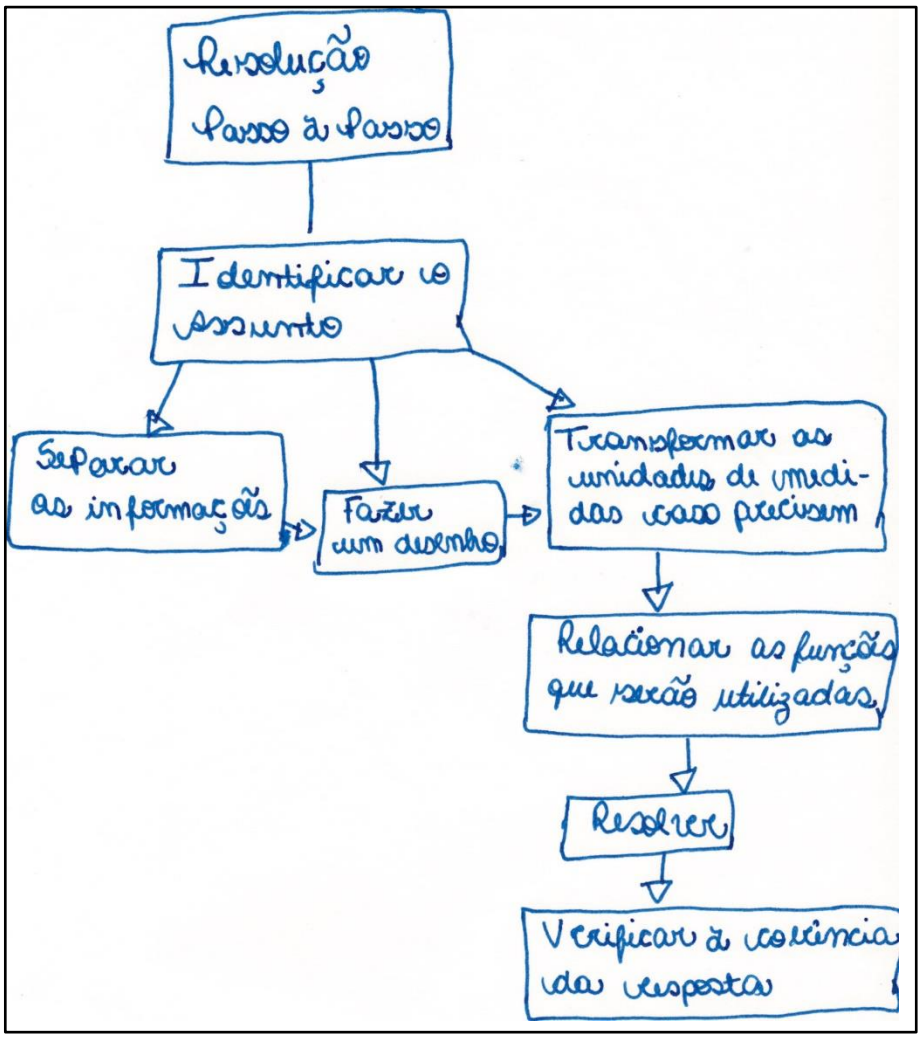
Figura 5.2- Resolução da questão 2 da 4ª lista pelo aluno A6.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Na importante parte de organização o empenho foi semelhante e de fato eles compreenderam que organizar a teoria reflete positivamente em todo processo ensino-aprendizagem. Eles extrapolaram e passaram a usar os mapas conceituais em outras áreas do conhecimento, atestado pela avaliação do curso. O aluno A2, por exemplo, confeccionou o seu próprio mapa para resolução de questão geral, criando uma espécie de roteiro para resolução de questão conforme figura 5.3.

Figura 5.3- Mapa conceitual criado pelo aluno A2.



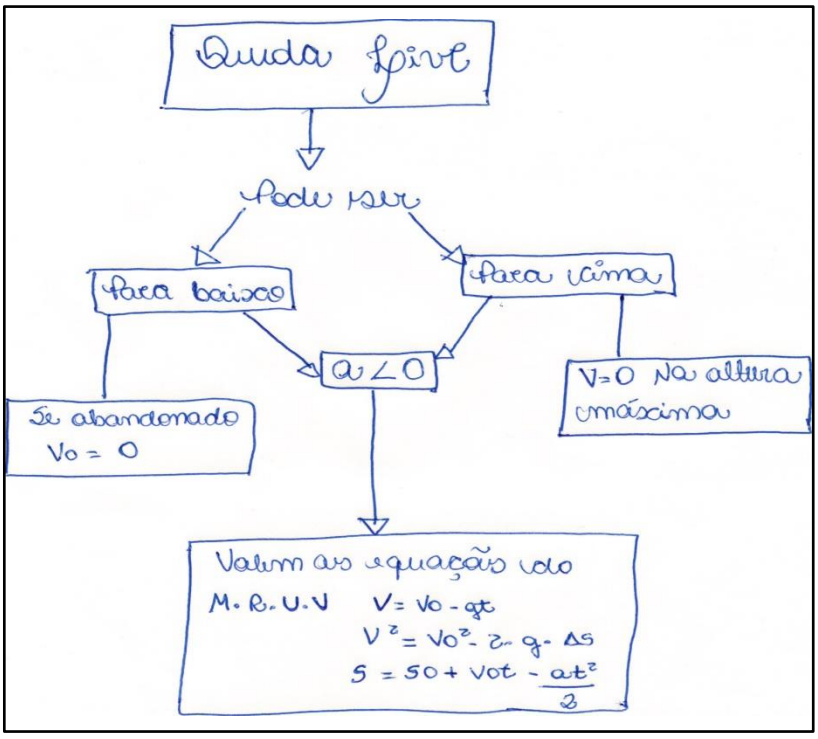
Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

O roteiro criado pelo aluno A2 é bastante coerente, pois estabelece um caminho que deve ser seguido quando da resolução de qualquer situação problema na área de Física. Ele começa muito sabiamente por identificar qual o assunto está sendo tratado na questão, em seguida separa todas as informações, logo após faz um esboço em forma de desenho da

situação, na sequência efetua as transformações de unidades, procede a escolha da equação correta a ser utilizada, resolve, e por fim faz a necessária revisão da resposta. O aluno A6, na resolução do exemplo 2, da 4ª lista, seguiu roteiro semelhante a este criado pelo aluno A2, figura 5.2.

Na figura 5.4 têm-se outro mapa conceitual também elaborado pelo aluno A2 sobre queda livre dos corpos, onde ele destaca que este conceito tanto se refere à queda quanto a lançamento vertical para cima. Ele explicita o fato de considerar sempre como negativa o valor da aceleração, da velocidade inicial ser igual a zero quando o corpo for abandonado, na altura máxima a velocidade do corpo é igual a zero e a adaptação das equações do MRUV para os movimentos de queda livre. Repetindo comentário anterior, neste caso também falta informações importantes como sentido do movimento, referencial, em que momento o movimento é acelerado ou retardado, mas isso não desmerece a ação. Isto será corrigido com a devida prática.

Figura 5.4 - Mapa conceittual construido pelo aluno A2



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

O curso de nivelamento não contemplou a parte prática do ensino de Física, pesou aqui a carga horária do curso, 20 horas, e as aulas práticas demandariam um tempo maior, o que poderia acarretar em um transtorno às atividades da escola. Mas é evidente que os experimentos práticos certamente aumentariam ainda mais o nível de satisfação e aprendizagem da turma. Conforme Rodrigues *et. al*. (2012, p. 11): "A motivação pode, por exemplo, ser estimulada a partir da inclusão de experimentos práticos ou de aulas em laboratório e a abrangência requer aumentar a equipe de monitores [...]". Para tanto, materiais como este aqui proposto consorciado com laboratórios e monitores contribuirão significativamente para a evolução do ensino da Física.

O curso contou com 20 participantes ativos, ou seja, não houve desistência no decorrer da aplicação do curso de nivelamento, sendo que os números comparativos entre pós-teste e pré-teste apontam para o sucesso da iniciativa. A tabela 5.1 mostra um comparativo em termos percentuais entre os acertos das questões do pré-teste e do pós-teste, considerando os resultados dos gráficos 4.1 e 4.2. Na primeira questão o aumento foi da ordem de 87,5%, seguido de 16%; 68,3%; 73,3% e 23,3% para a segunda, terceira, quarta e quinta questões, respectivamente atestando que os aumentos nos acertos foram consideráveis, revalidado pela tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Comparitivo entre os acertos do pré-teste e pós-teste.

Questão	Pré-teste (acertos em %)	Pós-teste (acertos em %)	Crescimento em %
Primeira	12,5	100	87,5
Segunda	17,5	33,3	16
Terceira	15	83,3	68,3
Quarta	10	83,3	73,3
Quinta	10	33,3	23,3

Fonte: Dados da pesquisa 2018.

Considerando a média aritmética do percentual de erro e acerto de cada um dos testes a tendência de melhora fica mais acentuada, pois no resultado médio do pré-teste 52,5% dos alunos erraram as questões, 34,5% deixaram em branco e o índice de acertos foi da ordem de 13%. No resultado médio do pós-teste, os erros foram de 26,67%, as questões em branco foram apenas 6,66% e os acertos atingiram 66, 67%. Comparativamente a redução no

percentual de questões erradas foi de aproximadamente 50%, as questões em branco no pós-teste, tiveram um decréscimo de 518% e as questões corretas tiveram também um expressivo aumento de 512%.

Sucesso semelhante se encontra na proposta criada pela Universidade Federal do Pampa chamada nivelamento em Matemática onde eles alcançaram percentuais bastante significativos de cerca de 270% em relação aos acertos do Perfil de Entrada (RODRIGUES et al., 2014).

Fazendo uso de metodologia semelhante a esta proposta de nivelamento para superação da deficiência em mecânica, a Universidade Regional de Santa Catarina, lançou de um curso de nivelamento intitulado: Proposta de um curso de nivelamento de Física básica em tópicos de mecânica e avaliação da aprendizagem em Física de alunos ingressantes nos cursos de Engenharia. O êxito também pode ser verificado nos percentuais de resolução de exercícios entre pré-teste e pós-teste com reduções de cerca de 70% no número de questão em branco (COSTA, 2015).

Diante do exposto, considera-se extremamente válida a proposta do curso de nivelamento principalmente em termos de metodologia e organização, pois como se observa nos resultados anteriores os alunos apresentaram bons rendimentos nas atividades desenvolvidas e consideraram a forma como o professor ministrou as aulas benéficas, conforme se verá na próxima seção, nas avaliações feitas por eles a respeito do curso.

5.1 AVALIAÇÃO DO CURSO DE NIVELAMENTO

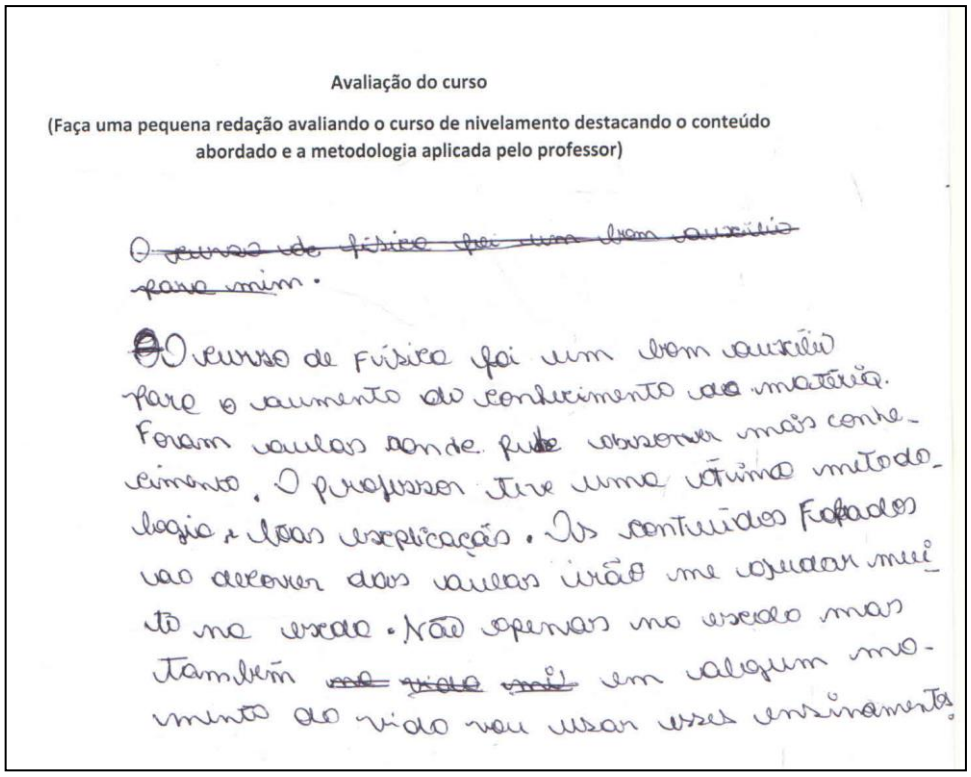
A escolha por uma redação como instrumento de avaliação foi pelo fato de que desta forma os alunos estariam livres para se expressarem da maneira que achasse adequada, sem nenhum direcionamento que um questionário pré-determinado pudesse sugerir, vindo de encontro à metodologia do curso de nivelamento que, em sua essência, era ouvir primeiro para depois agir.

De maneira geral os depoimentos dos alunos convergiram positivamente em favor da proposta destacando o aspecto da exploração dos conhecimentos que eles traziam consigo para depois serem usados como subsunçores, da forma como o professor ministrou as aulas, do empenho do professor em oferecer uma boa explicação, da revisão dos conteúdos vistos em séries anteriores, da maneira como eles agora podiam organizar todo o conteúdo, da

extrapolação dessa organização para outras matérias e que esses ganhos seriam usufruídos ao longo de suas vidas.

O aluno A12 destacou em seu texto de avaliação que o curso de nivelamento em Física foi bom para aumentar o conhecimento e com as aulas absorveu mais conhecimento. No comentário sobre as aulas acredita-se que o aluno quis dizer que a metodologia utilizada proporcionou um aprendizado de forma facilitada. Avaliou ainda que o professor teve ótima metodologia e boas explicações; que os conteúdos trabalhados nas aulas irão ajudá-lo na escola, mais precisamente na graduação visto que foram alunos de 3º Ano, e na vida. Estes comentários podem ser visualizados na figura 5.5.

Figura 5.5 - Avaliação do curso pelo aluno A12.


Avaliação do curso

(Faça uma pequena redação avaliando o curso de nivelamento destacando o conteúdo abordado e a metodologia aplicada pelo professor)

~~O curso de física foi um bom auxílio para mim.~~

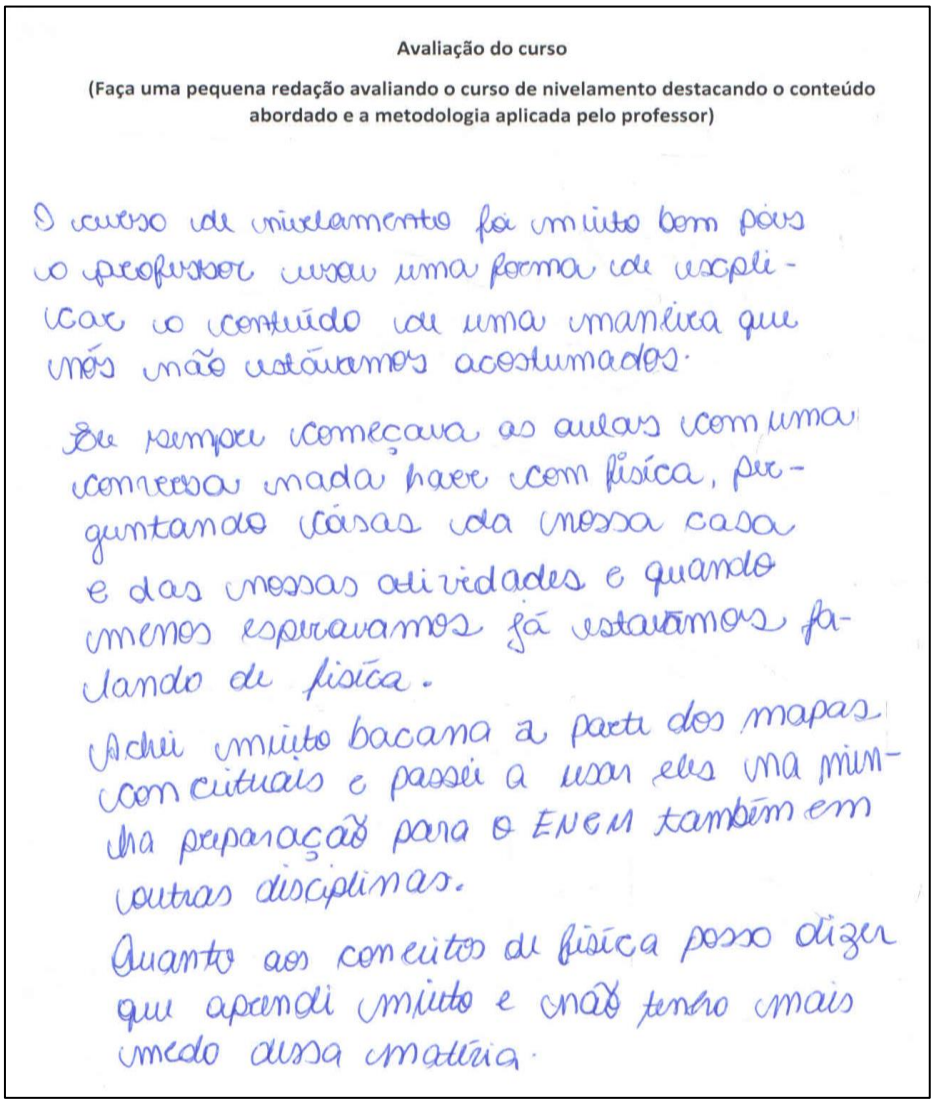
O curso de Física foi um bom auxílio para o aumento do conhecimento da matéria. Foram aulas onde pude absorver mais conhecimento. O professor tive uma ótima metodologia e boas explicações. Os conteúdos Falados vão ajudar nas aulas irão me ajudar muito na escola. Não apenas na escola mas também ~~na vida mas~~ em alguns momento da vida vou usar esses ensinamentos.

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Ainda que o objetivo específico do curso não fosse uma preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi possível detectar uma associação nesse sentido. O aluno A2 relatou que o curso foi benéfico, pois o professor explicou de uma maneira que eles não estavam acostumados considerando como positivo a metodologia do professor de começar sempre de maneira informal sobre situações cotidianas. De igual forma ele ainda destacou o ganho que ele teve com a elaboração de mapas conceituais afirmando que até os

usou em sua preparação para o ENEM até mesmo em outras disciplinas, como pode ser observado na figura 5.6.

Figura 5.6- Avaliação do curso pelo aluno A2.



Avaliação do curso

(Faça uma pequena redação avaliando o curso de nivelamento destacando o conteúdo abordado e a metodologia aplicada pelo professor)

O curso de nivelamento foi muito bom pois o professor usou uma forma de explicar o conteúdo de uma maneira que nós não estávamos acostumados.

Ele sempre começava as aulas com uma conversa nada haver com física, perguntando coisas da nossa casa e das nossas atividades e quando menos esperavamos já estavamos falando de física.

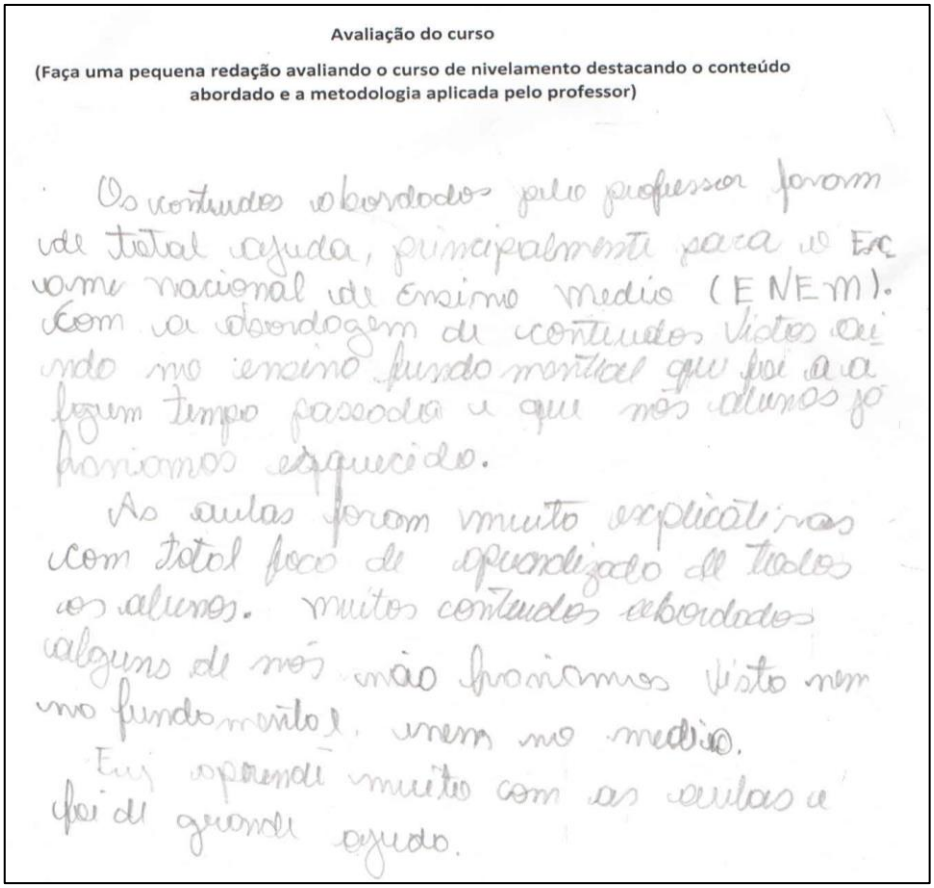
Achei muito bacana a parte dos mapas conceituais e passei a usar eles na minha preparação para o ENEM também em outras disciplinas.

Quanto aos conceitos de física posso dizer que aprendi muito e não tenho mais medo dessa matéria.

Fonte: Dados da pesquisa 2018.

Na mesma linha de associação com o ENEM o aluno A10 também destaca esse fato em sua redação, e muito de acordo com o objetivo do nivelamento o aluno deixa evidente o fato de ter relembrado muitos assuntos que ele já havia esquecido ou que não tinha visto, elenca como positiva a forma como se promovia a explicação dos assuntos e ressalta que o foco era o aprendizado de todos os alunos. O aluno A10 termina testemunhando positivamente em favor do curso como se constata pela figura 5.7.

Figura 5.7- Avaliação do curso pelo aluno A10.



Avaliação do curso

(Faça uma pequena redação avaliando o curso de nivelamento destacando o conteúdo abordado e a metodologia aplicada pelo professor)

Os conteudos abordados pelo professor foram de total ajuda, principalmente para o Exame nacional do Ensino Medio (ENEM). Com a abordagem de conteudos vistos ou indo no ensino fundamental que foi a a algum tempo passada e que nós alunos já havíamos esquecido.

As aulas foram muito explicativas com total foco de aprendizado de todos os alunos. muitos conteudos abordados alguns de nós não havíamos visto nem no fundamental, nem no medio.

Eu aprendi muito com as aulas e foi de grande ajuda.

Fonte: Dados da pesquisa 2018.

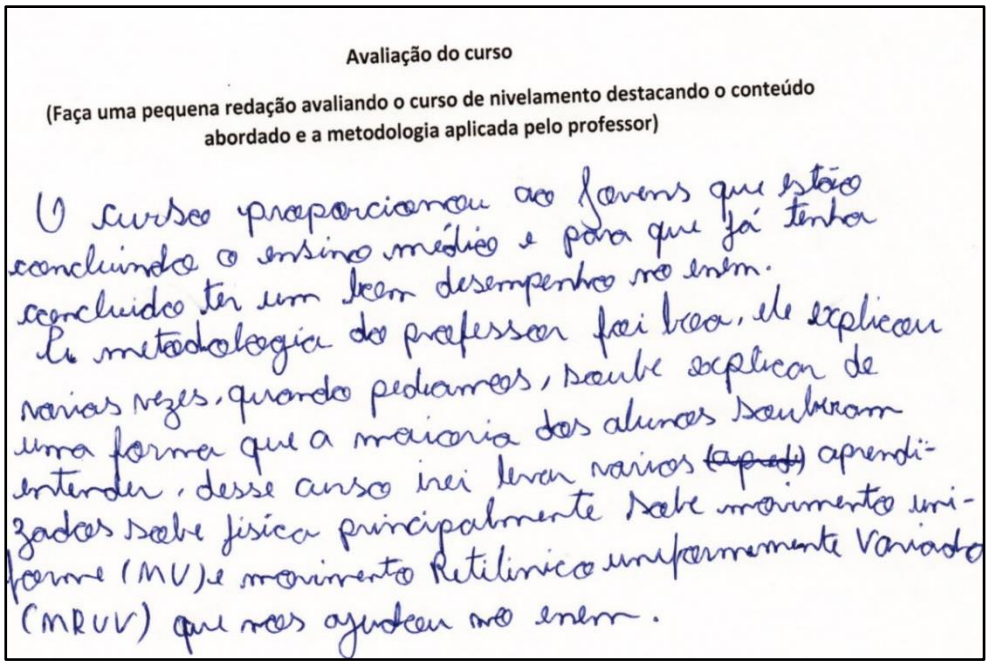
O aluno A9 de igual forma destaca que o curso será fundamental para a preparação para o ENEM, e acrescenta um fato novo bastante pertinente: que o curso também seria muito benéfico para aqueles alunos que já concluíram o ensino médio, ainda que este não fosse o caso dele. Ademais ele avalia como positiva a metodologia usada pelo professor, e termina sobre o aprendizado que ele teve sobre MRU e MRUV, figura 5.8.

Essa associação do curso de nivelamento com o ENEM em muito se deve ao fato do curso ter ocorrido em período próximo ao da realização das provas do ENEM. Fato esse que não diminui o impacto que o curso provocou nos alunos participantes. As outras redações, de maneira quase unânime seguem roteiro semelhante às que foram aqui anexadas.

Em síntese, eles gostaram da proposta e por suas próprias palavras expressaram os ganhos obtidos por eles em termos de aprendizagem significativa.

Figura 5.8 - Avaliação do curso pelo aluno A9.

.



Avaliação do curso

(Faça uma pequena redação avaliando o curso de nivelamento destacando o conteúdo abordado e a metodologia aplicada pelo professor)

O curso proporcionou aos jovens que estão concluindo o ensino médio e para que já tenha concluido ter um bom desempenho no enem.
A metodologia do professor foi boa, ele explicou varias vezes, quando pediamos, soube explicar de uma forma que a maioria dos alunos soubesse entender, desse curso irei levar varios ~~(apredi)~~ aprendizados sobre fisica principalmente sobre movimento uniforme (MU) e movimento Retilinico uniformemente Variado (MRUV) que nos ajudou no enem.

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o atual cenário do ensino médio brasileiro os tópicos de Matemática Básica e Mecânica aqui trabalhados foram apontados por todos os professores das escolas de Presidente Médici como primordiais para a evolução dos educandos no mundo da Física.

A partir do Perfil de Entrada pode-se avaliar os conhecimentos prévios dos alunos e encontrou-se um cenário desastroso em termos de compreensão de operações básicas cujas dificuldades atingiam conteúdos elementares do ensino fundamental chegando até os conceitos de Mecânica. O resultado do pré-teste, realizado com 40 alunos, corrobora neste sentido, conforme tabela 5.1.

Das informações obtidas após o contato com os professores de Física de ensino médio, acrescidos das conclusões extraídas do resultado do pré-teste, organizou-se um roteiro, uma metodologia, exemplos cotidianos e exercícios de fixação de modo a propiciar aos participantes uma aprendizagem significativa. Um importante aliado aos procedimentos metodológicos foi o uso e a construção de mapas conceituais possibilitando ao educando uma construção organizada do processo de ensino-aprendizagem.

Do pós-teste, observou uma melhora expressiva nas operações matemáticas básicas, bem como nos conceitos de Mecânica, os percentuais em termos de acertos estão elencados na tabela 5.1. Em relação à avaliação do curso de nivelamento realizada pelos alunos destaca-se a maneira favorável como este foi recebido por eles e o resultado extremamente satisfatório em todas as opiniões por eles expressas.

Outro fator relevante a ser considerado quando da implantação do curso de nivelamento é a época em que ele será aplicado. Os últimos bimestres do ano letivo são lotados de inúmeras atividades dentro da escola, neste sentido a época favorável à implantação de um curso seria aquela que corresponde aos meses iniciais do ano, pois se evitaria a concorrência com outros projetos, o que em um primeiro momento refletiria no aumento de participantes. Acrescenta-se a este fato o ganho que os alunos teriam com a aprendizagem adquirida no curso que certamente seriam usufruídas no decorrer do ano letivo.

O curso de nivelamento mostrou-se uma ferramenta importante na melhoria da aprendizagem significativa. E o caminho a ser seguido é o zelo com os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo, compreender isso é peça fundamental em qualquer situação que almeje sucesso na construção de um processo educacional que de fato reduzam desigualdades, melhorando a condição de cidadania de cada indivíduo.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARRETO, Laís Karla da Silva et al. **Linguagem, Comunicação e Inclusão: A Importância do Curso de Nivelamento em Língua Portuguesa para os Cursos Superiores de Tecnologia da Universidade Potiguar - UnP.** 2012. Disponível em: <https://repositorio.unp.br/index.php/connexio/article/view/95>. Acesso em: 05 ago. 2018.

BRASIL, Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. **Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências**. Casa Civil. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12711.htm.

BRASIL. Lei n.º 9.384 de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de dez. 1996. Seção, p. 27833, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm. Acesso em: 22 fev. 2018.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. (Org.). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática.** Brasília: Mec, 1997. 142 p.

BRITO, Rosa Maria Cavalcanti. **O Professor, A Aprendizagem Significativa e a Avaliação: Base para o Sucesso Escolar do Aluno.** 2012. Disponível em: <http://www.anpae.org.br/seminario/ANPAE2012/1comunicacao/Eixo03_38/Rosa%20Maria%20Cavalcanti%20Brito_int_GT3.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2018.

CELESTINO, Kamila Gonçalves; PACHECO, Edilson Roberto. **Bhaskara: Algumas Evidências.** 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/26KAMILACELESTINO.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

CHAVES, Alaor; SAMPAIO, J. F.. **FÍSICA BÁSICA: MECÂNICA.** Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 328 p.

CORREA, Larissa et al. **Representações Semióticas de Produtos Notáveis: Em Euclides e nos Dias Atuais.** 2016. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/6395_3099_ID.pdf>. Acesso em: 26 set. 2018.

COSTA, LÍgia Mara Cabral Liberato. **Proposta de um curso de nivelamento de física básica em tópicos de mecânica e avaliação da aprendizagem em física de alunos ingressantes nos cursos de engenharia.** 2015. 261 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM), Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2015.

CRUZ, Montezuma. **Seduc inicia plano de nivelamento em matemática e língua portuguesa nas escolas de tempo integral.** 2017. Disponível em:

<http://www.rondonia.ro.gov.br/seduc-inicia-plano-de-nivelamento-em-matematica-e-lingua-portuguesa-nas-escolas-de-tempo-integral/>. Acesso em: 09 out. 2018.

DUARTE, Teresa. **A possibilidade da investigação a 3: reflexões sobre triangulação (metodológica).** 2009. Disponível em: <https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/1319/3/CIES-WP60%20_Duarte.pdf>. Acesso em: 27 maio 2018.

FAJARDO, Vanessa. **Entenda a reforma do ensino médio**. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/entenda-a-reforma-do-ensino-medio.ghtml>. Acesso em: 25 jun. 2018.

FERRARO, N. G.; Imagem disponível em : http://www.espiritbook.com.br/profiles/blogs/lei-da-in-rcia , Acessado em 02 de outubro de 2018, às 01h02.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 42. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. 256 p.

GARCIA, Isabel Krey; POZO, Juan Ignácio. Concepções de professores de física sobre ensino-aprendizagem e seu processo de formação: um estudo de caso. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s.l.], v. 22, n. 2, p.96-119, 17 ago. 2017. Investigacoes em Ensino de Ciencias (IENCI). http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p96.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J.. **Fundamentos de Física: Mecânica - Vol. 1.** 10. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2016. 372 p.

HEWITT, Paul G.. **Física Conceitual.** 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 781 p.

JEWETT JUNIOR, John W.; SERWAY, Raymond A. **Física Para Cientistas e Engenheiros Vol. 1: Mecânica – Tradução da 8ª edição norte-americana.** São Paulo: Cengage Learning, 2012. 488 p.

LIMA, Veronilda. **Ensino com mediação tecnológica se consolida com 80% de aprovação e redução de reprovados e evasão escolar em Rondônia.** 2018. Disponível em: <http://www.rondonia.ro.gov.br/ensino-com-mediacao-tecnologica-se-consolida-com-80-de-aprovacao-e-reducao-de-reprovados-e-evasao-escolar-em-rondonia/>. Acesso em: 05 ago. 2018.

MASINI, Elcie F. Salzano. **A facilitação da aprendizagem significativa no cotidiano da educação inclusiva.** 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID19/v1_n3_a2011.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2018.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. **Metodologia para o Ensino de Física nos Cursos de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie.** 2014. Disponível em: <http://copec.eu/congresses/shewc2014/proc/works/53.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2018.
MINAYO, Maria Cecília De Souza. **Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001. 31 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.** 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **O Que é Afinal Aprendizagem Significativa?.** 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.
NASCIMENTO, Tiago Lessa do. **Repensando o ensino da Física no ensino médio.** 2010. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Física Licenciatura Plena, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

NOGUEIRA, Maria de Nazaré Leal; SOUZA, Leandro de Oliveira. **O ensino presencial por mediação tecnológica e o aprendizado da matemática no interior do estado do Amazonas.** 2016. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/6200_2662_ID.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2018.

OLIVEIRA, Elida; MOREIRA, Ana Carolina. **Base Nacional Comum Curricular do ensino médio, BNCC, é aprovada pelo Conselho Nacional de Educação.** 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2018/12/04/base-nacional-curricular-comum-e-aprovada-pelo-conselho-nacional-de-educacao.ghtml>. Acesso em: 05 dez. 2018.

PEDUZZI, Pedro. **Ritmo de crescimento no número de matrículas no ensino superior diminui em 2016.** 2017. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2017-08/ritmo-de-crescimento-no-numero-de-matriculas-no-ensino-superior-diminui-em>. Acesso em: 06 maio 2018.

PRESTES, Emília Maria da Trindade; FIALHO, Maríllia Gabriella Duarte. Evasão na educação superior e gestão institucional: o caso da Universidade Federal da Paraíba. **Ensaio**: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, [s.l.], v. 26, n. 100, p.869-889, jul. 2018. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362018002601104.

PRUDÊNCIO, Márcia Elida Domingos. **Contribuições para a superação dos obstáculos epistemológicos e didáticos presentes no ensino aprendizagem da cinemática no ensino médio.** 2017. 249 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

RAGELLI, Ricardo R. et al. PlayCálculo: Uma Experiência de Aprendizagem Ativa em Fundamentos de Matemática para Cálculo Diferencial e Integral . 2013. Disponível em: <https://fga.unb.br/articles/0000/0240/paee2013_submission_96.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2017.

REVISTA ELETRÔNICA INTERDISCIPLINAR: Programa de Nivelamento no Ensino Superior: Um Estudo de Caso das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia. Barra do Garças: Univar, v. 02, n. 18, 2017. Disponível em: <http://revista.univar.edu.br>. Acesso em: 02 mar. 2018.

RICHARTZ, Marize.; **Potenciação – Um estudo didático**. 2005. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Licenciatura em Matemática, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RODRIGUES, Alexandre Guimarães et al. **Curso de nivelamento de física elementar: um projeto inovador de aprendizagem na engenharia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA., 40., 2012, Belém. **Congresso.** Belém: Cobenge, 2012. p. 1 - 11. Disponível em: <https://pcna.com.br/wp-content/uploads/2017/04/CURSO-DE-NIVELAMENTO-DE-F__SICA-ELEMENTAR-_-UM_PROJETO-INOVADOR-DE-APRENDIZAGEM-NA-ENGENHARIA.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2018.

RODRIGUES, Gerusa Camargo et al. **Avaliação do desempenho do curso de nivelamento em matemática na universidade federal do Pampa.** 2014. Disponível em: <https://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/RE_Rodrigues_032.375.480-572.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2018.

RONDÔNIA (Estado). Lei nº 3846, de 04 de julho de 2016. **Institui O Projeto Ensino Médio Com Mediação Tecnológica no âmbito da Secretaria de Estado da Educação e Dá Outras Providências.** 122. ed. Porto Velho, RONDÔNIA: Doe, 05 jul. 2016.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, Vigo, v. 4, n. 1, p.1-18, 2005. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/REEC/portugues/REEC_infor_po.htm>. Acesso em: 23 maio 2018.

SACRAMENTO, Ana Rita Silva; SOBRAL, Louise Cristine Santos. **Cursos de Nivelamento em Língua Portuguesa e Matemática para Estudantes do Ensino Superior? Uma Discussão a partir de um Estudo Exploratório com Estudantes dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis de uma IES Baiana.** 2013. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EnEPQ94.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2018.

SALDAÑA, Paulo. **Quase 50% dos professores não têm formação na matéria que ensinam.** 2017. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2017/01/1852259-quase-50-dos-professores-nao-tem-formacao-na-materia-que-ensinam.shtml>. Acesso em: 08 set. 2018.

SANTOS, Bárbara Ferreira. **10 números que mostram como está o ensino superior no Brasil.** 2016. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/brasil/10-numeros-que-mostram-como-esta-o-ensino-superior-no-brasil/>. Acesso em: 08 ago. 2018.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política.** 32. ed. Campinas: Autores Associados, 1999. 100 p.

SBF (Brasil). **SBF reafirma sua posição sobre a BNCC do Ensino Médio.** 2018. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/823-sbf-reafirma-sua-posicao-sobre-a-bncc-do-ensino-medio>. Acesso em: 02 dez. 2018b.

SBF (Brasil). **SBF solicita reformulação da BNCC do Ensino Médio.** 2018. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/745-sbf-solicita-reformulacao-da-bncc-do-ensino-medio>. Acesso em: 02 dez. 2018a.

SERWAY, R. A.; JEWETT JUNIOR, J. W.. **Princípios de Física Vol. 1 - Mecânica Clássica e Relatividade.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. 480 p.

SESTARI, Fabiane Beatriz.; Imagem disponível em: (http://1.bp.blogspot.com/-5f7TfCw3iQs/UMatCHeADdI/AAAAAAAAAXY/RnVxEHkR8uI/s1600/Leis+de+Newton.jpg) acessado em 18 de setembro de 2018.

SILVA FILHO, Roberto Leal Lobo e et al. **A evasão no ensino superior brasileiro.** 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/v37n132/a0737132.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2018.

SILVA, Célia de Andrade. **As dificuldades que os alunos apresentam no estudo da Física.** 2015. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Física, Universidade Federal de Rondônia, Ji-paraná, 2015.

TERENCE, Ana Cláudia Fernandes; ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais.** 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr540368_8017.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física - Ciência e Tecnologia Vol.1.** 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 136 p.

VALADARES, Jorge. **A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista.** 2011.Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2018.

VEIGA, Augusto José Brito. **Proposta de Currículo de Nivelamento em Física para os Cursos Técnicos Pós-Médio Noturnos da Escola Técnica Estadual Henrique Lage.** 2015. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

VELLEI, Carolina. **Sem grana para se manter na faculdade? Conheça bolsas e auxílios.** 2018. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/universidades/sem-grana-para-se-manter-na-faculdade-conheca-bolsas-e-auxilios/>. Acesso em: 10 jul. 2018.

VIGOTSKI, L. S.. **A Formação Social da Mente.** São Paulo: Martins Fontes, 2007. 220 p.

WAGNER, Eduardo. **Matemática 1.** Rio de Janeiro: Editora Fgv, 2011. 340 p.

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE

UNIR

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

PRÉ -TESTE

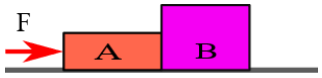
1- Para medidas de raios atômicos e outros comprimentos extremamente pequenos, usa-se uma unidade denominada ÅNGSTRÖM, cujo simbolo é Å. Sabendo -se que 1 Å equivale $10^{-10}m$ m, cada centimetro da régua equivale, a quantos ångströns?

(a) 10^{20} (b) 10^{16} (c) 10^{12} (d) 10^{10} (e) 10^{8}

2- A atleta brasileira, Maria do Carmo Arruda Guimarães venceu a 9ª Maratona Internacional de São Paulo, percorrendo 42, 195 km em 2 h 39 min 12 s. Encontre sua velocidade escalar média e expresse a em *m/s*.

3- Um móvel parte da posição 20 m com uma velocidade constante de 2 *m/*s a favor do sentido positivo da trajetória. Encontre sua posição decorridos 5s de movimento.

4- Os blocos, A e B, de massas respectivamente 10 kg e 15 kg, estão inicialmente em repouso. Aplicamos em A uma força de 500 N como mostra a figura. Sabendo que não há atrito entre a superfície e os blocos e que g =10m/s², determine a aceleração adquirida pelos blocos e o valor da força de contato entre eles.



5- Um automóvel de massa 1200 kg, deslocando -se a 15 m/s, tem o freio acionado e para em 2 s. Determine a intensidade da força a ele aplicada sob a ação dos freios, supondo está constante.

APÊNDICE B – PÓS -TESTE

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

PÓS -TESTE

(Todos os cálculos deverão ser anexados ao teste)

1- Um intervalo de tempo igual a 25972,5 segundos corresponde a:
   (a) 7 h 12 min 52,5 s
   (b) 7 h 772 min 0,5 s
   (c) 7 h 21 min 145 s
   (d) 432 h 52,5 min
   (e) 432,875 h

2- A atleta brasileira, Maria do Carmo Arruda Guimarães venceu a 9ª Maratona Internacional de São Paulo, percorrendo 42, 195 km em 2h 39min 12 s. Encontre sua velocidade escalar média e expresse a em *m/s*.

3- Explique o que significa uma velocidade de 1 m/s e uma aceleração de 1m/s². Explique também o que significa uma desaceleração de 5 m/s².

4- Os blocos, A e B, de massas respectivamente 10 kg e 15 kg, estão inicialmente em repouso. Aplicamos em A uma força de 500N como mostra a figura. Sabendo que não há atrito entre a superfície e os blocos e que g =10m/s², determine a aceleração adquirida pelos blocos e o valor da força de contato entre eles.

5- A expressão “queda livre” significa “cair no vazio”. Um corpo é abandonado, a partir do repouso, de uma altura de 80 m acima do solo terrestre. Determine a velocidade a velocidade escalar do corpo no instante em que ele atinge o solo. Despreze a resistência do ar e considere g = 10 m/s².

a) 20 *m/s* b) 40 *m/s* c) 35 *m/s* d) 50 *m/s* e) 25 *m/s*

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DO CURSO

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

Avaliação do curso

(Faça uma pequena redação avaliando o curso, destacando o conteúdo abordado e a metodologia aplicada pelo professor)

APÊNDICE D – 1ª LISTA DE EXERCÍCIOS

UNIR

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

1 ª lista de exercícios

(Transformação de unidades, notação cientifica, ordem de grandeza e velocidade média)

1- Um espetáculo musical tem início exatamente às 21 h 15 min 25 s e termina às 23 h 38 min 15 s. Determine a duração desse espetáculo.

2- O sino de uma igreja bate uma vez a cada meia hora, todos os dias. Qual a ordem de grandeza do número de vezes que o sino bate em um ano?

3- Qual a ordem de grandeza do número de batimentos cardíacos de um aluno do Ensino Médio. Desde o seu nascimento?

4- O intervalo de tempo de um ano corresponde a quantos segundos? Dê sua resposta em notação cientifica e com dois algarismos significativos.

5- O diâmetro de um fio de cabelo é $10^{-4} m$. Sabendo-se que o diâmetro de um átomo é $10^{-10} m$ quantos átomos colocados lado a lado seriam necessários para fazer uma linha que divida o fio de cabelo ao meio exatamente no seu diâmetro?

a) 10^4 b) 10^5 c) 10^6 d) 10^7 e) 10^8

6- Um ônibus passa pelo km 30 de uma rodovia às 6 h, e às 9 h 30 min passa pelo km 240. Qual é a velocidade escalar média desenvolvida pelo ônibus nesse intervalo de tempo?

7- Um ônibus percorre a distância de 480 km, entre Santos e Curitiba, com velocidade escalar média de 60 *km/h*. De Curitiba a Florianópolis, distante 300 km, o ônibus desenvolve a velocidade escalar média de 75 *km/h*. Qual é a velocidade escalar média do ônibus no percurso de Santos a Florianópolis?

8- Uma carreta de 20 *m* de comprimento demora 10 *s* para atravessar uma ponte de 180 *m* de extensão. Determine a velocidade escalar média da carreta no percurso?

9- No estádio do Morumbi 120.000 torcedores assistem a um jogo. Através de cada uma das 6 saídas disponíveis podem passar 1.000 pessoas por minuto. Qual é o tempo mínimo necessário para esvaziar o estádio?

10- Numa corrida de carros, suponha que o vencedor gastou 1 *h* 30 *min* para completar o circuito, desenvolvendo uma velocidade média de 240 *km/h*, enquanto um outro carro, o segundo colocado, desenvolveu a velocidade média de 236 *km/h*. Se a pista tem 30 *km*, quantas voltas o carro vencedor chegou à frente do segundo colocado?

APÊNDICE E – 2ª LISTA DE EXERCÍCIOS

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

2 ª lista de exercício

(Tipos de movimento e movimento uniforme)

1- Um móvel descreve um movimento sempre no mesmo sentido num determinado referencial, percorrendo distancias iguais em intervalos de tempos iguais. Seus espaços variam com o tempo segundo os dados da tabela:

t (s)	1	3	5	7	9	11	13
s (m)	150	250	350	450	550	650	750

a) Qual é a velocidade escalar média no intervalo de tempo entre 1 e 3 s?
b) Qual é a velocidade escalar média no intervalo de tempo entre 5 e 13 s?
c) O movimento em questão é uniforme? Por que?
d) O movimento é progressivo ou retrógrado no intervalo de tempo observado? Por que?

2- É dada a função horaria $s = 20 - 4t$ (para t em h e s em km), que descreve o movimento de um ponto material num determinado referencial. Os espaços s são medidos numa trajetória a partir de um marco zero, os instantes t são lidos num cronômetro. Determine:

a) O Espaço inicial e a velocidade escalar:
b) O tipo do movimento e se ele é progressivo ou retrógrado;
c) O espaço do móvel quando $t = 2h$;
d) O instante quando o móvel está na posição cujo o espaço é igual a 8 km;
e) O instante em que o móvel passa pela origem dos espaços (marco zero).

3- Duas cidades A e B estão separadas pela distância de 300 km, medidos ao longo da estrada que às ligas. No mesmo instante, um móvel P passa por A, dirigindo-se a B, e um móvel q passa por B, dirigindo-se a A. Seus movimentos são uniformes e suas velocidades (em valor absoluto) são iguais a 80 km/h (P) e 70 km/h (Q). Determine:

a) O instante do encontro
b) A Posição do encontro.

4- A velocidade de projeção de um filme é constante e à razão de 24 fotografias projetadas em cada segundo na tela. Quantas fotografias são projetadas na tela durante a projeção de um filme que dura 2 horas?

5- Dois trens de comprimento 60 *m* e 80 *m* correm em trilhos paralelos e em sentidos opostos. O trem menor move-se com o dobro da velocidade do maior, para um referencial fixo na terra. Uma pessoa no trem menor observa que o trem maior gasta 2 *s* para passar por sua janela. Determine a velocidade, em *m/s*, do trem menor.

6- Um atirador aponta sua arma para um alvo, situado a 255 *m* de distância, dispara um projétil. O impacto do projétil no alvo é ouvido pelo atirador 1,6 *s* após o disparo. Sendo 340 *m/s* a velocidade de propagação o som no ar, determine a velocidade do projétil suposta constante.

APÊNDICE F – 3ª LISTA DE EXERCÍCIOS

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

3ª lista de exercício

(Movimento Uniformemente Variado)

1- Um móvel passa pelo marco zero de uma trajetória, em movimento progressivo uniformemente acelerado no instante em que $t = 0$ s. Nesse instante sua velocidade escalar é 25 m/s e a aceleração escalar é 12 m/s^2. Determine sua posição para $t = 2$ s e sua velocidade para $t = 5$ s.

2- Ao ver passar uma bela garota dirigindo uma Ferrari vermelha que desenvolve velocidade constante de 72 *km/h*, um apaixonado rapaz resolve sair ao seu encalço pilotando sua possante moto. No entanto, ao conseguir partir com a moto, com aceleração constante igual a 4 m/s^2, o carro já está 22 *m* à frente.
   a) Após quanto tempo o rapaz alcança o carro da moça?
   b) Que distância a moto percorre até o instante em que os dois veículos se emparelham?
   c) Qual é a velocidade da moto no instante em que alcança o carro?

3- Um trem de comprimento 100 *m* atravessa um túnel reto de comprimento 200 *m*, com movimento uniformemente variado. Quando o trem começa a entrar no túnel, sua velocidade escalar é de 10 *m/s* e, quando acaba de sair do túnel, sua velocidade escalar é de 20 *m/s* é o intervalo de tempo decorrido do início ao fim da travessia?

4- Em 5 *s*, a velocidade escalar de um móvel em MUV variou de 10 *m/s* para 25 *m/s*. Determine:
   a) A velocidade escalar média do móvel nesse intervalo de tempo;
   b) A distância percorrida pelo móvel.

5- O tempo de reação (intervalo de tempo entre o instante em que uma pessoa recebe a informação e o instante em que reage) de certo motorista é 0,7 *s*, e os freios podem reduzir a velocidade de seu veículo à razão máxima de 5 *m/s* em cada segundo. Supondo que ele esteja dirigindo à velocidade constante de 10 *m/s*, determine:
   a) O tempo mínimo decorrido entre o instante em que avista algo inesperado, que o leva acionar os freios, até o instante em que veículo para;
   b) A distância percorrida nesse tempo;

6- Uma partícula executa um movimento retilíneo uniformemente variado. Num dado instante, a partícula tem velocidade 50 *m/s* e aceleração negativa de modulo 0,2 *m/s²*. Quanto tempo decorre até a partícula alcançar a mesma velocidade em sentido contrário?

7- A função horária do movimento de uma partícula é expressa por $s = t^2 - 10t + 4$ (*s* em metros e *t* em segundos). O espaço do móvel ao mudar de sentido é:

a) 24 m b) -25 m c) 25 m d) 1m e) -1m

8- Dizer que um movimento se realiza com uma aceleração escalar constante de *5 m/s²* significa que:

a) Em cada segundo o móvel se desloca 5 *m*.
b) Em cada segundo a velocidade do móvel aumenta de 5 *m/s*.
c) Em cada segundo a aceleração do móvel aumenta de 5 *m/s*.
d) Em cada 5 s a velocidade aumenta de 1 *m/s*.
e) A velocidade é constante e igual a 5 *m/s*.

9- Um trem de 120 *m* de comprimento se desloca com velocidade escalar de 20 *m/s*. Esse trem, ao iniciar a travessia de uma ponte, freia uniformemente, saindo completamente, saindo complemente da mesma 10 s após com velocidade escalar de 10 m/s. O comprimento da ponte é:

a) 150 m b) 120 m c) 90 m d) 60 m e) 30 m

10- Um avião a jato, partindo do repouso, é submetido a uma aceleração constante de 4 m/s². Qual é o intervalo de tempo Δt de aplicação dessa aceleração para que o jato atinja a velocidade de decolagem de 160 m/s². Qual é a distância d percorrida até a decolagem?

APÊNDICE G – 4ª LISTA DE EXERCÍCIOS

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

4ª lista de exercício

(Movimento vertical no vácuo)

1- Um móvel é atirado verticalmente para cima, a partir do solo, com velocidade inicial de 50 *m/s*. Despreze a resistência do ar e adote $g = 10\ m/s^2$. Determine:
   a) As funções horarias do movimento;
   b) O tempo de subida, isto é, o tempo para atingir a altura máxima;
   c) A altura máxima;
   d) Em $t = 6\ s$, contados a partir do instante de lançamento, o espaço do móvel e o sentido do movimento;
   e) O instante e a velocidade escalar quando o móvel atinge o solo.

2- Abandona-se uma pedra do alto de um edifício e está atinge o solo 4 *s* depois. Adote $g = 10\ m/s^2$ e despreze a resistência do ar. Determine:
   a) A altura do edifício;
   b) O módulo da velocidade da pedra quando atinge o solo.

3- Dois móveis A e B são lançados verticalmente para cima, com a mesma velocidade inicial de 15 *m/s*, do mesmo ponto. O Móvel A é lançado no instante $t = 0\ s$ e o móvel B é lançado 2 *s* depois. Determine, a contar do ponto de lançamento, a posição e o instante do encontro dos móveis. Adote $g = 10\ m/s^2$ e despreze a resistência do ar.

4- Uma pedra A é lançada verticalmente para cima a partir do solo, com velocidade de 40 *m/*s. Simultaneamente, na mesma vertical, outra pedra B é abandonada a partir do alto de um edifício com 80 m de altura. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10\ m/s^2$ para a aceleração da gravidade, determine:
   a) O instante em que as pedras colidem;
   b) A altura, relativamente ao solo, em que ocorre a colisão.

5- Do topo de um edifício, a 20 *m* do solo, atira-se um corpo verticalmente para cima com velocidade inicial de 10 *m/s*. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10\ m/s^2$, determine:
   a) O tempo de subida do corpo;
   b) O Tempo de chegada ao solo;
   c) A altura máxima.

6- De um andar de um edifício em construção caiu um tijolo, a partir do repouso, que atingiu o solo 2 *s* depois (dado $g = 10\ m/s^2$). Desprezando a resistência do ar, calcule:
   a) A altura do andar de onde caiu o tijolo;
   b) A velocidade escalar do tijolo quando atingiu o solo.

7- Calcule a relação entre as alturas atingidas por dois corpos lançados verticalmente com velocidades iniciais iguais, um na terra, outro na lua. Sabe -se que a aceleração da gravidade na terra é 6 vezes maior do que na lua. Desprezam-se as resistências opostas aos movimentos.

8- Dois corpos são lançados verticalmente para cima do mesmo ponto e com velocidades iniciais iguais a 30 *m/s*. O segundo corpo é lançado 3 *s* depois do primeiro. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10\ m/s^2$, determine:
   a) O Instante e a posição do encontro;
   b) As velocidades dos corpos no instante do encontro.

9- Um corpo é abandonado de uma altura de 45 *m*. Considere $g = 10\ m/s^2$, despreze a resistência do ar e determine o intervalo de tempo para percorrer os últimos 25 *m*.

10- Um móvel é abandonado em queda livre percorrendo, a partir do repouso, uma distância d durante o primeiro segundo de movimento. Durante o terceiro segundo de movimentos esse móvel percorre uma distância:

a) $\sqrt{3}$ d	b) 3 d	c) 5 d	d) 7 d	e) 9 d

APÊNDICE H – 5ª LISTA DE EXERCÍCIOS

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

5ª lista de exercício

(As leis de Newton)

1- Um ponto material de massa igual a 2 kg parte do repouso sob a ação de uma força constante de intensidade 6 N, que atua durante 10 s, após os quais deixa de existir. Determine:
   a) A aceleração nos 10 s iniciais;
   b) A velocidade ao fim de 10 s

2- Uma partícula de massa 0,50 kg realiza um movimento retilíneo uniformemente variado. Num percurso de 4,0 m sua velocidade varia de 3,0 m/s a 5,0 m/s. Qual é o módulo da força resultante que age sobre a partícula?

3- Determine a aceleração de um bloco de massa 2 kg e que desliza, num plano horizontal sem atrito, nas situações indicadas abaixo:
   a) Uma força de 10 N atuando para a direita do bloco.
   b) Uma força de 10 N atuando para a direita e outra de 4 N para a esquerda.

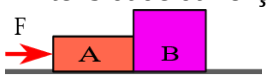
4- Submete-se um corpo de massa igual a 5000 kg à ação de uma força constante que, a partir do repouso, lhe imprime a velocidade de 72 km/h, ao fim de 40 s. Determine:
   a) A intensidade da força;
   b) O espaço percorrido.

5- Qual é o valor, em newtons, da força média necessária para fazer parar, num percurso de 20 m, um automóvel de $1{,}510^3$ kg a uma velocidade de 72 km/h.

6- Um astronauta, utilizando um dinamômetro, determina o peso de um corpo na Terra e na Lua, encontrando os valores 4,9 N e 0,80 N, respectivamente. Sendo a aceleração da gravidade na superfície da Terra 9,8 m/s², determine:
   a) A massa do corpo;
   b) A aceleração da gravidade na superfície da lua.

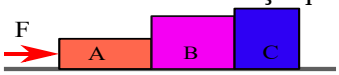
7- Dois blocos A e B, figura abaixo, de massas respectivamente iguais a 2 Kg e 3 Kg, estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. Uma força horizontal $\vec{F}$, de intensidade constante F = 10 N, é aplicada no bloco A. Determine:

a) A aceleração adquirida pelo conjunto;
b) A intensidade da força que A aplica em B.



8- Três corpos A, B e C de massas $m_A = 1$ Kg, $m_B = 3$ Kg e $m_C = 6$ Kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa, como mostrado na figura abaixo. A força horizontal $\vec{F}$, de intensidade constante F = 5N, é aplicada ao primeiro bloco A. Determine:

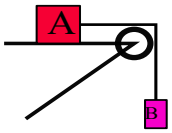
a) A aceleração adquirida pelo conjunto;
b) A intensidade da força que A exerce em B;
c) A intensidade da força que B exerce em C.



9- Dois corpos A e B de massas iguais a $m_A = 2$ Kg e $m_B = 4$ Kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. O fio que liga A e B é ideal, isto é, de massa desprezível e inextensível. A força horizontal $\vec{F}$ tem intensidade igual a 12 N, constante. Determine:

a) A aceleração do sistema;
b) A intensidade da força de tração do fio;

10- Os corpos A e B da figura têm massas respectivamente iguais a $m_A = 6$ Kg e $m_B = 2$ Kg. O plano de apoio é perfeitamente liso e o fio é inextensível e de peso desprezível. Não há atrito entre o fio e a polia, considerada sem inércia. Adote g= 10 m/s². Determine a aceleração do conjunto e a tração do fio.



APÊNDICE I - TERMO DE AUTORIZAÇÃO

UNIR MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Eu, Edimar Silva Pereira, abaixo-assinado, aluno(a) regularmente matriculado(a) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo Ji-Paraná/UNIR, portador(a) do RA: 2016 1000674, CPF: 385.583.352.49, RG: 256.128 SSP/RO, venho por meio deste autorizar a disponibilização pelo Polo do Departamento de Física de Ji-Paraná do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (PJIPAMNPEF) do meu Trabalho de Conclusão de Curso em meios eletrônicos existentes ou que venham a ser criados.

Ji-Paraná, 28 de fevereiro de 2019

Edimar Silva Pereira

Edimar Silva Pereira

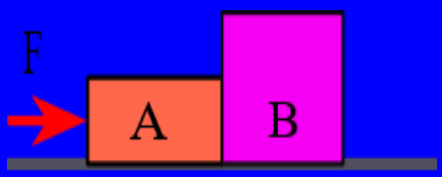
APÊNDICE J - O PRODUTO EDUCACIONAL

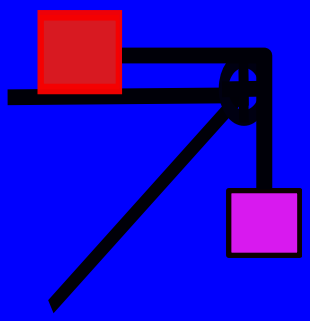
UNIR

SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

CAPES

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física





Proposta de nivelamento para a superação da deficiência em Mecânica

EDIMAR SILVA PEREIRA
ELIANE SILVA LEITE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

PROPOSTA DE NIVELAMENTO PARA A SUPERAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAIS EM MECÂNICA

Produto Educacional elaborado e desenvolvido por Edimar Silva Pereira para o Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal de Rondônia, (UNIR), polo de Ji-Paraná, Rondônia, sob a orientação da Professora Doutora Eliane Silva Leite.

APRESENTAÇÃO

Prezado aluno esta proposta foi organizada no sentido de ajuda-lo a enfrentar as dificuldades que você possa estar passando na disciplina de Física no seu ensino médio ou até mesmo no primeiro ano da faculdade. Mesmo que ela contemple apenas uma pequena parte de Matemática e alguns tópicos de Mecânica ela será de grande ajuda, pois lhe mostrará uma nova forma de abordagem do conteúdo a ser estudado e de como organizar toda a teoria que você está estudando.

Acredite que nada é impossível, com persistência e dedicação seus sonhos podem estar bem mais próximos de se tornarem realidade do que você imagina. Vá à luta, não assuma uma postura passiva esperando que as coisas lhe caem do céu.

Um bom êxito em seus estudos passa por uma boa organização: quanto mais organizado e disciplinado você for mais sucesso você terá. A ação de se organizar é pessoal e cada um tem a sua própria. Crie a sua, estabeleça as suas regras e seus horários.

Boa sorte e bons estudos!

DICAS AO PROFESSOR

Caro professor, todos sabem de sua importância no desenvolvimento de uma nação. Uma quantidade significativa de vidas carregadas de sonhos passa por suas mãos. Sua influência persistirá por gerações.

A luta por uma maior valorização profissional deve ser uma constante em nossas vidas, mas ela não pode ser usada com um fator de descuido com sua atuação docente, pois ser professor deve ser antes de tudo uma escolha e nunca uma imposição.

Sua prática deve ser guiada por uma consciência de que não se deve sonegar nenhuma informação ao seu aluno. Ausubel enfatiza que o aspecto mais importante no processo ensino-aprendizagem reside no fato de considerar tudo aquilo que o aluno traz consigo e isso é tão importante que todo conteúdo deve começar por este princípio.

Este deve ser o seu ponto de partida, compreender o que o aluno já sabe e depois traçar toda a sua estratégia de ensino. A investigação dessa bagagem se torna mais eficaz quando se utiliza de um diálogo informal sem o rigor das definições, que só aos poucos seriam transmitidas. O ideal que o aluno não se dê conta dessa transição.

Nesta proposta de nivelamento os conteúdos devem ser precedidos de uma conversa informal relacionando o assunto com o cotidiano do aluno afim de obter situações propicias para que a teoria possa ser exposta da melhor forma possível.

E por último, e não menos importante, jamais faça o seu aluno perder as esperanças professor.

Bom trabalho!

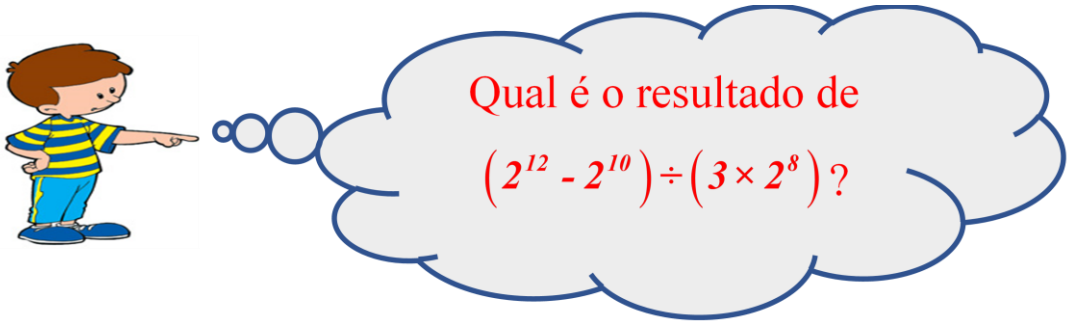
COMO RESOLVER PROBLEMAS?

Boa parte da Física consiste em uma quantidade enorme de exercícios em forma de situação problema. Nesse sentido é preciso uma estratégia para ter êxito em sua resolução. Abaixo um infográfico que deve ser lido no sentido horário com 6 passos que podem lhe ajudar nessa empreitada.

SUMÁRIO

Potência de expoente natural 125
Racionalização 126
Produtos notáveis 128
Conceito de função e função afim 129
Função quadrática 134
Grandezas físicas, partícula, corpo extenso, referencial e velocidade 138
Exercícios de fixação 146
Movimento Retilíneo Uniforme - MRU 148
Exercícios de fixação 151
Movimento Retílineo Uniformemente Variado - MRUV 154
Exercícios de fixação 160
Queda livre 162
Exercícios de fixação 166
Força e leis de newton 168
Exercícios de fixação 175

POTÊNCIA DE EXPOENTE NATURAL



Essa conta num primeiro momento pode ser resolvida facilmente com o uso de uma calculadora científica, no entanto na falta dela, utilizando as propriedades das potências também é possível chegar na resposta correta num tempo relativamente curto.

Seja a um número diferente de zero. Para todo n natural (não-nulo), define-se:

$a^n = a \cdot a \cdot a \ldots \cdot a$, com n fatores. (1.1)

Para exemplificar a definição acima tem-se:

Para exemplificar a definição acima tem-se:

a) $2^2 = 2 \cdot 2 = 4$

b) $2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$

c) $\left(-\frac{1}{3}\right)^3 = \left(-\frac{1}{3}\right) \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) = -\frac{1}{27}$

d) $(-3)^3 = -27$

e) $(-3)^4 = 81$

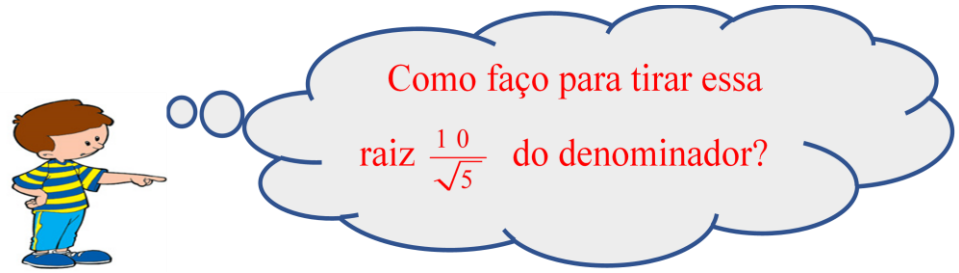
Expoente par resulta em um número positivo. Expoente impar resulta em número com o mesmo sinal da base.

Se o **expoente é zero**, por definição fica: $a^0 = 1$

Não se define 0^0.

Para operar com potências, é necessário conhecer as suas propriedades, na sequência a figura 1 um mapa conceitual sobre ela.

RACIONALIZAÇÃO



O processo de reescrever frações contendo radicais de modo que o denominador fique sem esses radicais é chamado de racionalização. Sua operacionalização passa pela escolha correta de um fator chamado racionalizante. Uma outra expressão que contém radicais quando multiplicada pelo seu respectivo fator racionalizante dá um resultado sem radicais. Por exemplo, o fator racionalizante de $\sqrt{3}$ é também $\sqrt{3}$, pois $\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}=\sqrt{9}=3$. Da mesma maneira o fator racionalizante de, $\sqrt[3]{2}$ é $\sqrt[3]{4}$ observe que $\sqrt[3]{2}\cdot\sqrt[3]{4}=\sqrt[3]{8}=2$.

Encontrado o fator racionalizante basta apenas multiplicar numerador e denominador da fração que se deseja retirar o radical do denominador por esse fator. O exemplo a seguir mostra como é desenvolvido tal procedimento.

Exemplo1- Racionalize

a) $\frac{10}{\sqrt{5}}$

O fator racionalizante é $\sqrt{5}$ logo tem-se:

$$\frac{10}{\sqrt{5}}\cdot\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}}=\frac{10\cdot\sqrt{5}}{\sqrt{5}\cdot\sqrt{5}}=\frac{10\sqrt{5}}{\left(\sqrt{5}\right)^2}=\frac{10\sqrt{5}}{5}=2\sqrt{5}$$

b) $\frac{6}{\sqrt[5]{16}}$

O fator racionalizante é $\frac{6}{\sqrt[5]{2^4}}$

$$\frac{6}{\sqrt[5]{16}}=\frac{6}{\sqrt[5]{2^4}}=\frac{6}{\sqrt[5]{2^4}}\cdot\frac{\sqrt[5]{2}}{\sqrt[5]{2}}=\frac{6\sqrt[5]{2}}{\sqrt[5]{2^5}}=\frac{6\sqrt[5]{2}}{2}=3\sqrt[5]{2}$$

Observe que antes de iniciar o processo de racionalização o número 16 foi escrito em sua forma fatorada: 2^4

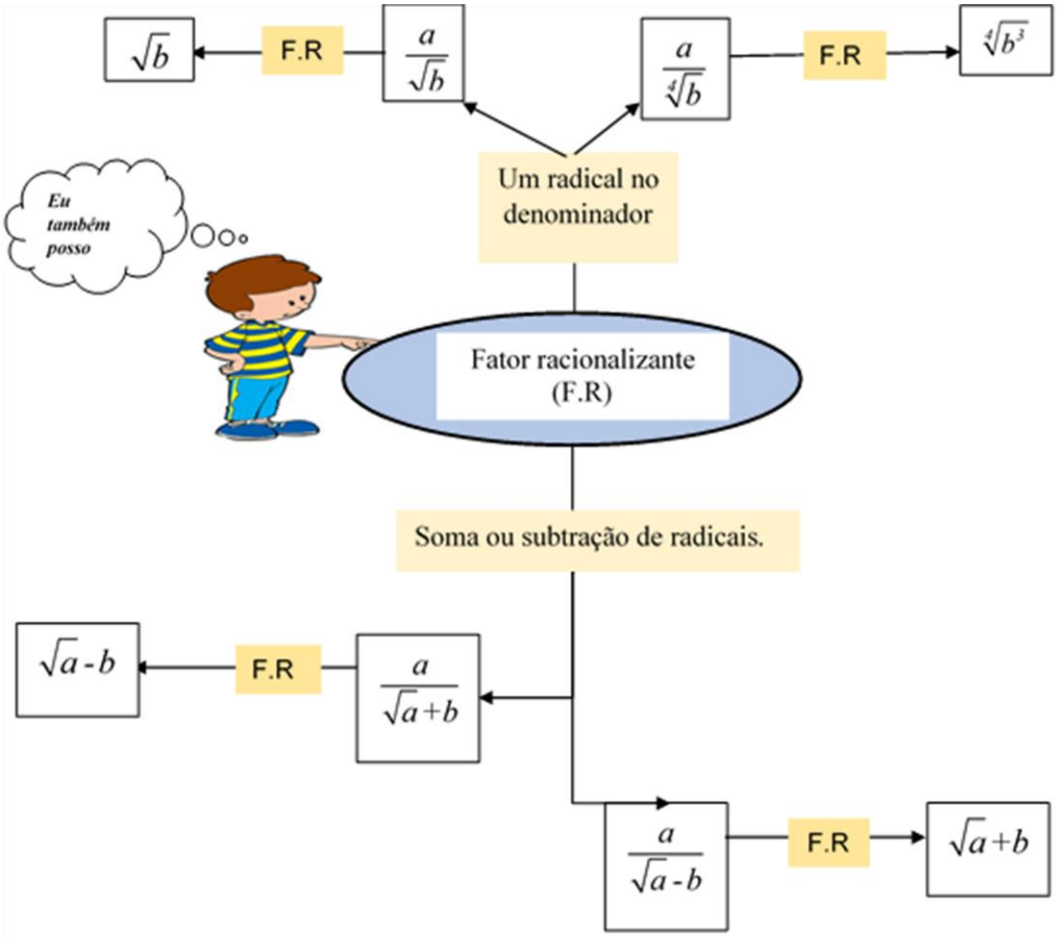
c) $\dfrac{4}{\sqrt{3}-1}$

O fator racionalizante é $\sqrt{3}+1$

$$\frac{4}{\sqrt{3}-1}\cdot\frac{\left(\sqrt{3}+1\right)}{\sqrt{3}+1}=\frac{4\cdot\left(\sqrt{3}+1\right)}{\left(\sqrt{3}\right)^{2}-1^{2}}=\frac{4\cdot\left(\sqrt{3}+1\right)}{3-1}=\frac{4\cdot\left(\sqrt{3}+1\right)}{2}=2\cdot\left(\sqrt{3}+1\right)=2\sqrt{3}+2$$

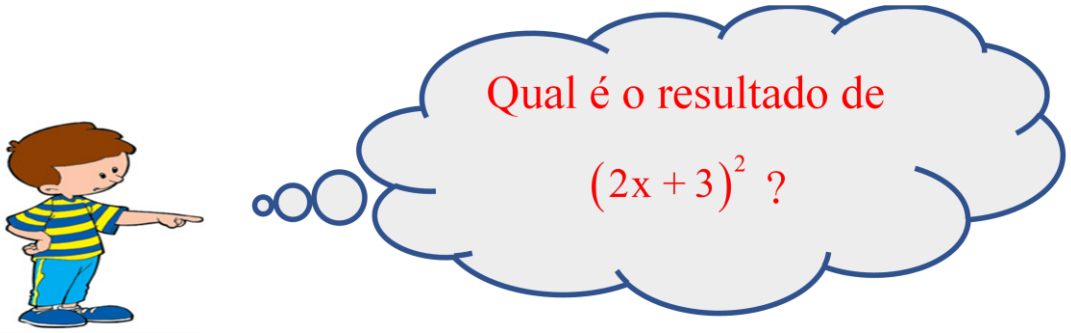
Na figura 2 um mapa conceitual elaborado para determinar o fator racionalizante.

Figura 2- Mapa conceitual sobre fator racionalizante



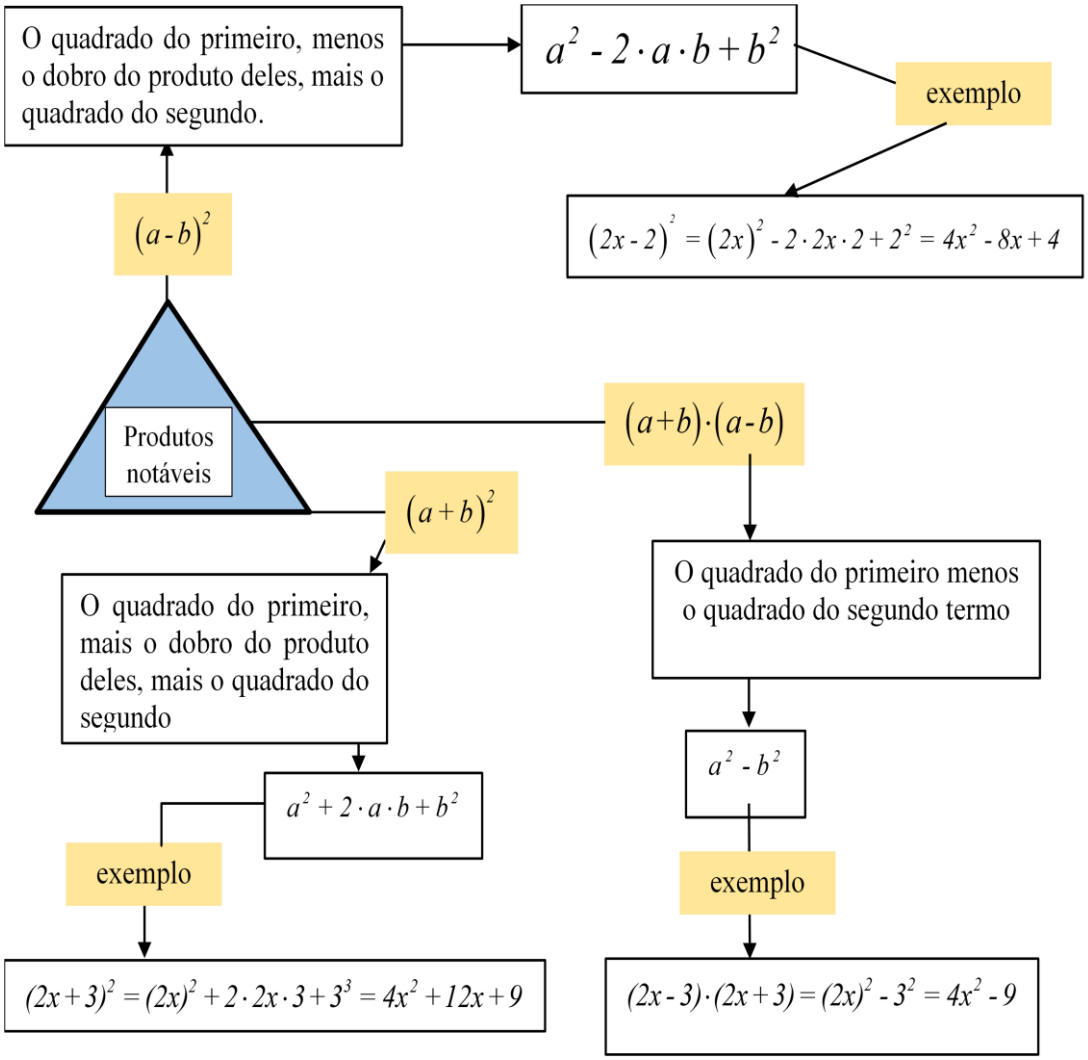
Fonte: Autor.

PRODUTOS NOTÁVEIS



No produto de expressões algébricas alguns são especiais. Seja por sua frequência ou pelos estudos realizados sobre eles. A figura 3 destaca três dos mais usuais em forma de mapa conceitual:

Figura 3- mapa conceitual sobre produtos notáveis.



Fonte: Autor.

CONCEITO DE FUNÇÃO E FUNÇÃO AFIM

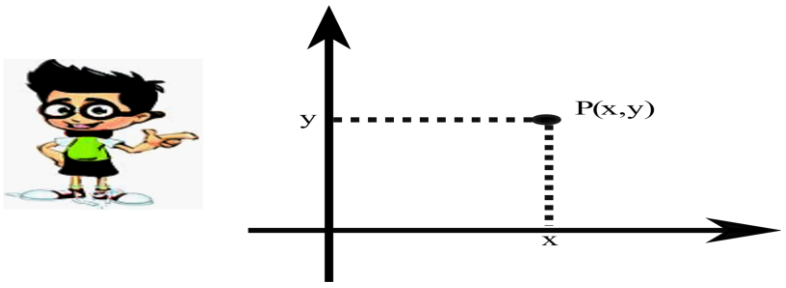
Função

De maneira geral define-se função como uma lei matemática que associa a cada elemento de um conjunto A um único elemento de outro conjunto B. Representando a função pela letra f , a expressão "função f de A em B" será representada por $f : A \to B$. O conjunto A é o domínio da função e o conjunto B é o contradomínio da função. Uma raiz da equação $f(x) = 0$ chama-se zero da função f .

Note que na função do espaço (*s*) no Movimento Uniforme (MU), $s = 6 - 2t$, com tempo dado em segundos e espaço dado em metros, $t = 3$ é o zero da função, ou o instante em que o corpo passa pela origem das posições.

Dada uma função f , pode-se calcular, para cada x de seu domínio, o valor $y = f(x)$ e, dessa forma, também assinalar um ponto $p(x,y)$ no plano cartesiano de acordo com a figura 4.

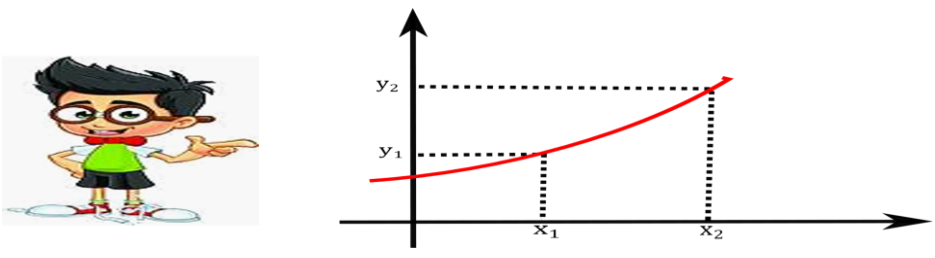
Figura 4- O ponto P no plano cartesiano.



Fonte: Autor.

A reunião de todos os pontos $p(x,y)$ em que $y = f(x)$ é uma linha chamada de gráfico da função f . A figura 5, representa essa linha.

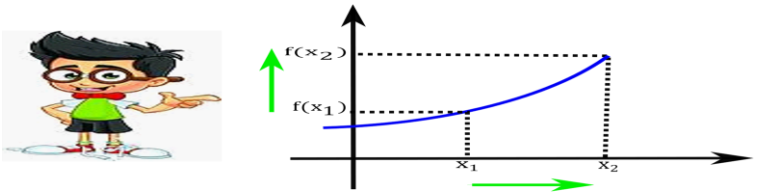
Figura 5- O gráfico da função f.



Fonte: Autor.

Uma função é crescente em todo o seu domínio quando aumentado o valor de *x* o valor de *y* também aumenta. Dito de outra forma para quaisquer valores x_1 e y_1 de seu domínio, se $x_2 > x_1$ tem-se $y_2 < y_1$. No gráfico 6 a representação de uma função crescente.

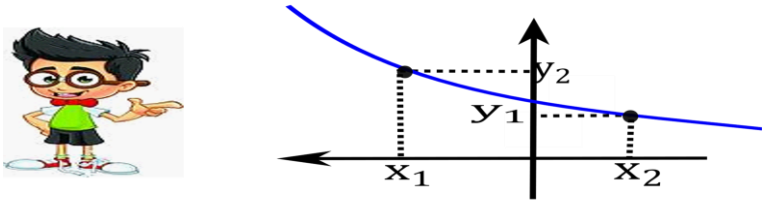
Figura 6 - Gráfico de uma função crescente.



Fonte : Autor.

Uma função é decrescente em todo o seu domínio se, quando aumentado o valor de *x*, o valor de *y* diminui. Para quaisquer valores x_1 e x_2 de seu domínio, se $x_2 > x_1$ $y_2 < y_1$ tem-se. Na figura 7 tem-se a representação gráfica de uma função decrescente.

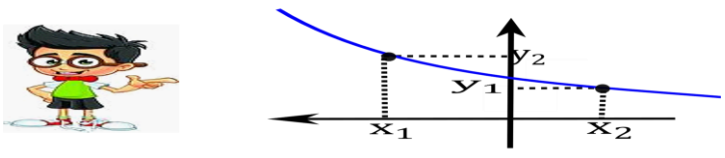
Figura 7 - Gráfico de uma função decrescente.



Fonte: Autor.

Uma função é decrescente em todo o seu domínio se, quando aumentado o valor de *x*, o valor de *y* diminui. Para quaisquer valores x_1 e x_2 de seu domínio, se $x_2 > x_1$ $y_2 < y_1$ tem-se. Na figura 8 tem-se a representação gráfica de uma função decrescente.

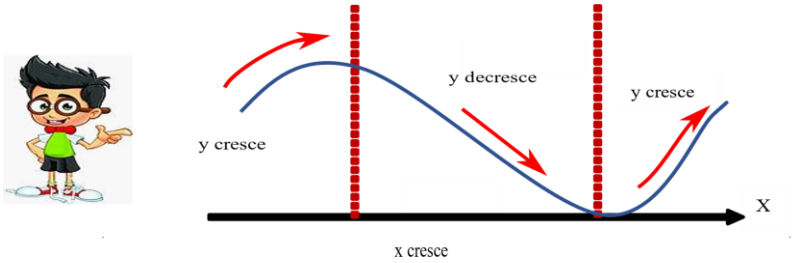
Figura 8 - Gráfico de uma função decrescente.



Fonte: Autor.

Existem funções que não são estritamente crescentes ou estritamente decrescentes em todo o seu domínio, mas possuem intervalos nos quais ela é crescente e outros nos quais é decrescente. O gráfico na figura 9 exemplifica uma função com estes tais intervalos.

Figura 9 - gráfico de uma função crescente e decrescente ao mesmo tempo.



Fonte: Autor.

Função Afim ou Polinomial

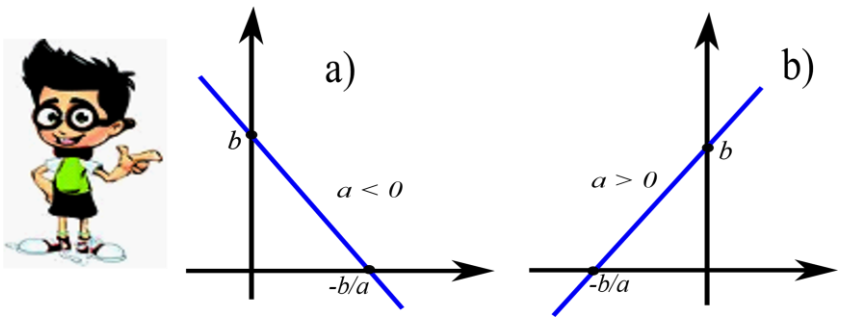
Função afim ou função polinomial do primeiro grau é toda a função descrita pelo modelo matemático,

$$f(x) = ax + b \text{ (ou ainda } y = ax + b \text{)} \tag{1.8}$$

em que seus coeficientes a e b são números reais com $a \neq 0$, e a representa o coeficiente angular da reta que está associada a esta função.

O coeficiente b na equação 1.8 é o valor da função para $x = 0$ seja, o ponto onde a função intercepta o eixo y. O coeficiente a mostra o quanto a função sobe ou desce à medida que x aumenta uma unidade. Esse coeficiente a é chamado de taxa de crescimento (ou decrescimento) da função ou taxa de variação da função. Quando $a > 0$ a função afim é crescente, em situação contrária, $a < 0$, ela é decrescente. Na figura 10 tem se a representação gráfica das funções crescente (7.a) e decrescente (7.b).

Figura 10 - Gráfico de funções afim.



Fonte: Autor.

Um caso clássico de aplicação de função afim na Física é o da função horária da velocidade do Movimento Uniforme Variado (MUV),

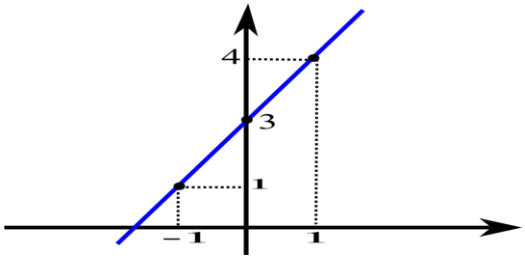
$$v = v_0 + a \cdot t \tag{1.9}$$

com v_0 e a números reais que representam, respectivamente, a velocidade inicial e aceleração do móvel. O domínio de uma função afim é conjunto dos números reais, mas em se tratando de uma função horária de algum tipo de movimento o tempo assumirá sempre valores positivos.

O gráfico de uma função afim é uma reta. Considerando a função $f(x) = 2x + 3$, a construção de seu gráfico passará pela obtenção de pares ordenados (x, y) que são obtidos a partir de valores atribuídos a x e de valores encontrados de y. Na tabela 1, têm–se alguns desses pares. Cada ponto (x, y) foi assinalado no plano cartesiano e esses pontos estão alinhados. A reta que contém esses pontos é o gráfico da função $f(x) = 2x + 3$, que está representada na figura 11.

Figura 11- Gráfico da função *f(x) = 2x +3.*

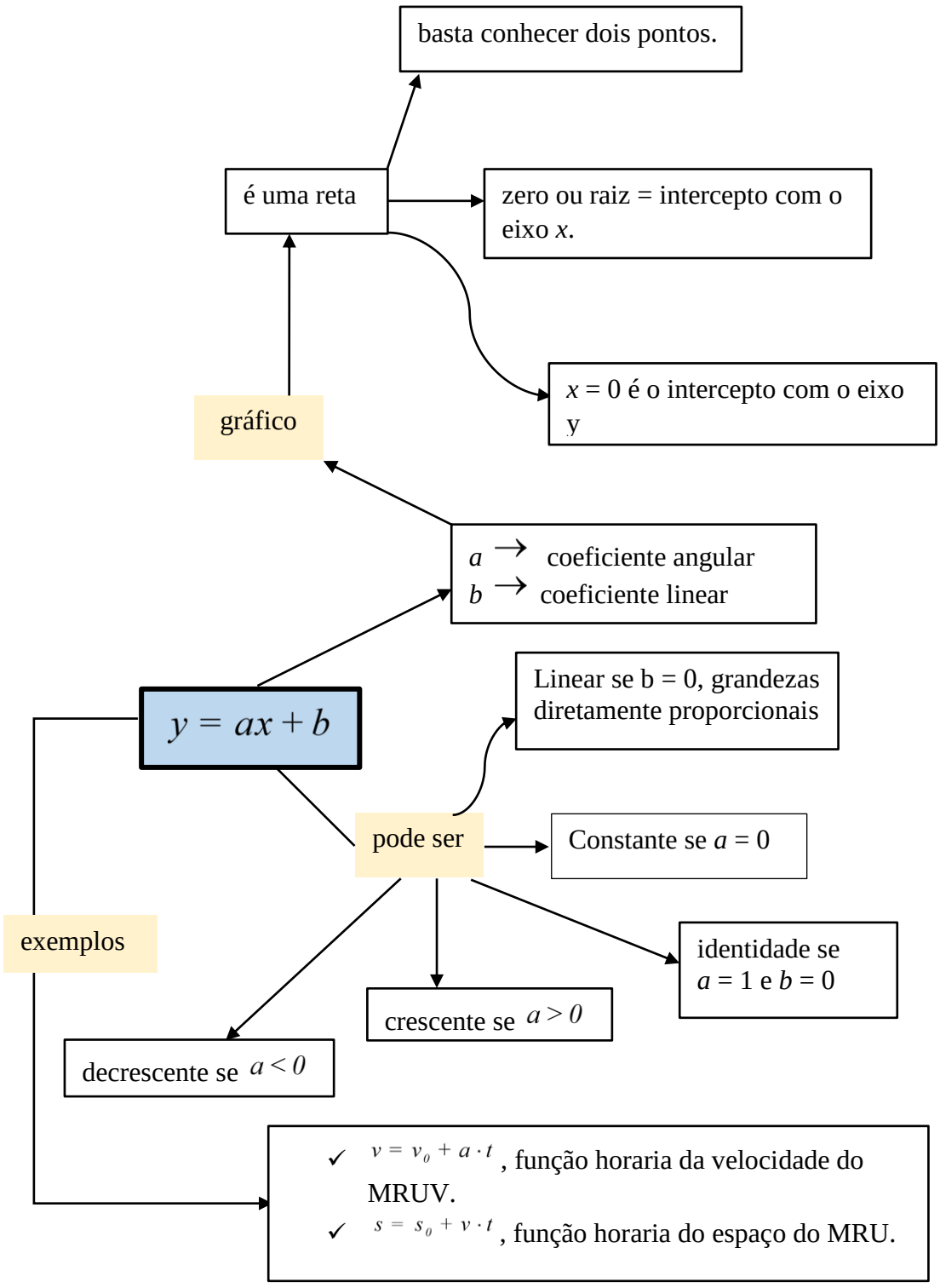
x	-1	0	1
y	1	3	5
(x, y)	(-1,1)	(0,3)	(1,5)



Fonte: Autor.

Na página seguinte a figura 12 apresenta um mapa conceitual sobre função afim.

Figura 12- Mapa conceitual sobre função afim.



Fonte: Autor.

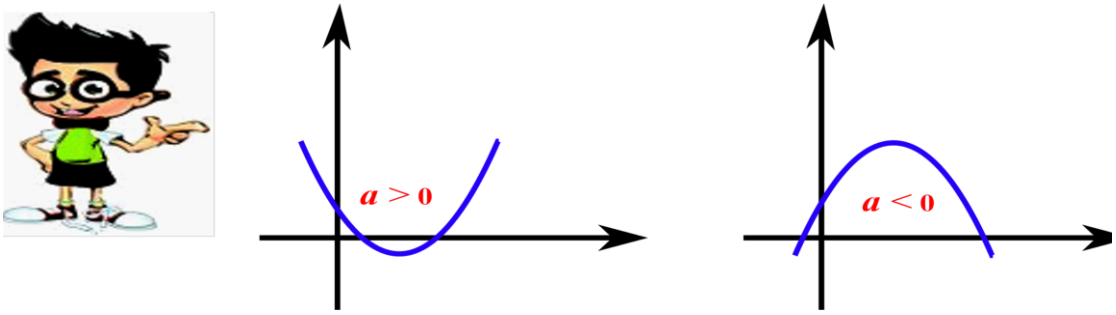
FUNÇÃO QUADRÁTICA

Uma função é chamada de função quadrática ou função polinomial do segundo grau se for da forma:

$$f(x) = ax^2 + bx + c \qquad (1.10)$$

sendo *a*, *b* e *c* números reais e $a \neq 0$ Seu gráfico é uma curva chamada parábola, que tem o formato da figura 13. Se o coeficiente *a* for positivo, $a > 0$, a concavidade da parábola é voltada para cima e, se o coeficiente *a* for negativo, $a < 0$, a concavidade da parábola estará voltada para baixo.

Figura 13 - Gráfico de funções quadráticas segundo o parâmetro *a*.



Fonte: Autor.

Os zeros de uma função quadrática, aqueles pontos cujo o gráfico tocam o eixo x, podem ser encontrados com o auxílio da fórmula resolutiva cuja a demonstração é a que segue:

Para $a \neq 0$, iguala se a equação 1.10 a zero:

$$ax^2 + bx + c = 0 \qquad (1.11)$$

Isolando *c* em 1.11 tem se:

$$ax^2 + bx = -c \qquad (1.12)$$

Fazendo a multiplicação de ambos os membros de 1.12 por *4a* tem -se o resultado:

$$4a^2x^2 + 4abx = -4ac \qquad (1.13)$$

Adicionando b^2 aos dois lados membros de 1.13 obtém – se:

$$4a^2x^2 + 4abx + b^2 = b^2 - 4ac \qquad (1.14)$$

Fatorando o trinômio quadrado perfeito que aparece do lado esquerdo em 1.14:

$$(2ax + b)^2 = b^2 - 4ac \tag{1.15}$$

Chamando

$$\Delta = b^2 - 4ac \tag{1.16}$$

A equação 1.15 com a devida substituição assume:

$$[(2ax+b)^2]^{(1/2)} = \sqrt{\Delta} \tag{1.17}$$

Isolando *x* em 1.16

$$(2ax+b) = \sqrt{\Delta} \tag{1.18}$$

$$(2ax+b) = \pm\sqrt{\Delta} \tag{1.19}$$

$$2ax = -b \pm \sqrt{\Delta} \tag{1.20}$$

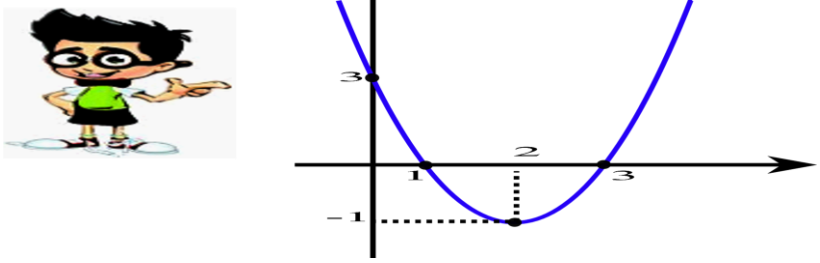
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \tag{1.21}$$

A equação 1.21 é a formula resolutiva de 1.11 e 1.16 é o descriminante da função quadrática. Quando $\Delta > 0$, a função terá duas raízes reais e distintas, quando $\Delta < 0$ a função não terá raízes reais e finalmente quando $\Delta = 0$ a função terá duas raízes reais e iguais.

No Brasil usa-se muito o termo fórmula de Bhaskara, devido ao matemático Hindu do século XII, para designar a equação 1.21. Historicamente sabe- se que a primazia dessa fórmula não se deve a Bhaskara, ainda que ele tenha contribuído para essa área com uma grande relevância. Já se sabe que muito antes de Bhaskara alguns povos, dentre eles, babilônios, egípcios e gregos, deixaram registros em que são identificados procedimentos para resolução de alguns problemas que envolvem equações de segundo grau. Contudo uma fórmula geral para resolução das equações surgiu por volta do século XVI com o francês Viète usando símbolos e letras em sua formulação chegando muito próximo a aquela que se usa nos dias atuais (CELESTINO E PACHECO, 2010).

A figura 14 mostra a representação gráfica da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$, com suas respectivas raízes e o ponto onde ela toca o eixo *y*. A concavidade da parábola está voltada para cima uma vez que o coeficiente *a* é positivo $a > 0$.

Figura 14 - Gráfico da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$.



Fonte: Autor.

Note que o gráfico da figura 9 toca o eixo x em dois valores, $x = 1$ e $x = 0$, os zeros da função. Estes zeros da função são encontrados com auxílio da formula resolutiva da função quadrática, mostrada na equação 1.21. Da mesma forma ele toca o eixo y no ponto $(0, 3)$ e o seu ponto mais baixo, o vértice, é (2, -1).

Toda parábola tem um eixo de simetria, que é uma reta que separa a curva em duas partes iguais. O eixo de simetria sempre passa pelo vértice da parábola, no exemplo em questão, é a reta $x = 2$. As coordenadas do vértice podem ser encontradas por meio das seguintes relações

$$v = \left(\frac{-b}{2a}, \frac{-\Delta}{4a} \right) \tag{1.22}$$

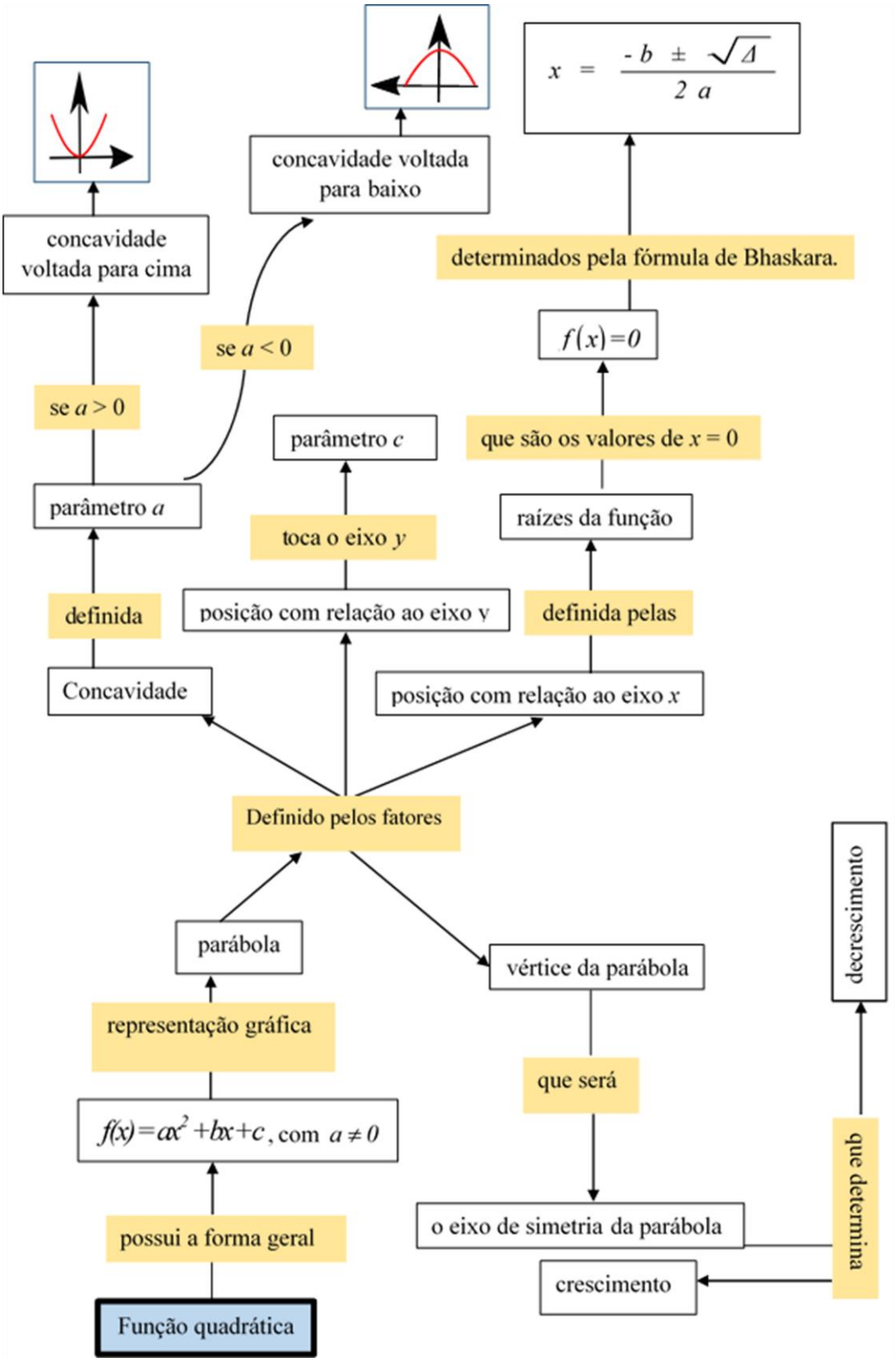
O modelo matemático que descreve a posição de um móvel em relação ao tempo, quando este realiza um MUV é uma função quadrática,

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \tag{1.23}$$

sendo válidas todas as considerações feitas até aqui para este tipo de função. A exceção fica por conta do domínio, pois a variável tempo assumirá sempre valores positivos.

Na outra pagina um mapa conceitual através da figura 15 organizando a teoria.

Figura 15- Mapa conceitual função quadrática.



Fonte: Autor.

GRANDEZAS FÍSICAS, PARTÍCULA, CORPO EXTENSO, REFERENCIAL E VELOCIDADE

Grandezas físicas

Medir e comparar é tão natural quanto andar ou até mesmo respirar. O ato de medir é antes de tudo um exercício de comparação. Por exemplo, dizer que uma pessoa tem dois metros de altura é o mesmo que afirmar que sua altura é duas vezes maior quando comparado a unidade de comprimento, o metro.

O entendimento de certa grandeza física passa necessariamente por sua comparação em relação a uma unidade padrão de medida. Num cenário mundial os padrões são inúmeros, por exemplo, a grandeza comprimento pode ser expressa em metros, pés, polegadas, dentre outras. Ainda nesse contexto globalizado torna-se necessário estabelecer unidades fundamentais que possam uniformizar estudos e até mesmo operações comerciais.

Com o intuito de uniformizar as principais unidades de medida um acordo foi celebrado por ocasião da 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas – CGPM. Nesse acordo foram escolhidas as unidades fundamentais de um sistema que ficou conhecido como Sistema Internacional de Unidades (SI). A tabela 1 elenca as sete unidades que são as bases do SI.

Tabela 1- Unidades do SI.

Grandeza de base	Unidade de base	
Nome	Nome	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundos	s
Corrente elétrica	Ampere	A
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K
Quantidade de substância	Mol	mol
Intensidade luminosa	Candela	cd

Fonte: Autor.

Operacionalizar com grandezas físicas requer muitas vezes o domínio de uma nova linguagem para os números. Essa nova linguagem é chamada de notação cientifica, que na prática é escrever o número como o produto de dois fatores onde um deles é um número compreendido entre um e nove e o outro uma potência de dez.

Para escrever um número qualquer, na potência de base 10 ou na notação cientifica, desloque a vírgula do número até que esta fique numa única casa decimal diferente de zero. Conte o número de casas em que a vírgula se deslocou e este será o número (positivo ou negativo) do expoente da base 10, que fica multiplicando o número indicado. Num resumo pode-se dizer: se a vírgula vier da direita, o expoente será positivo; se vier da esquerda, o expoente fica negativo.

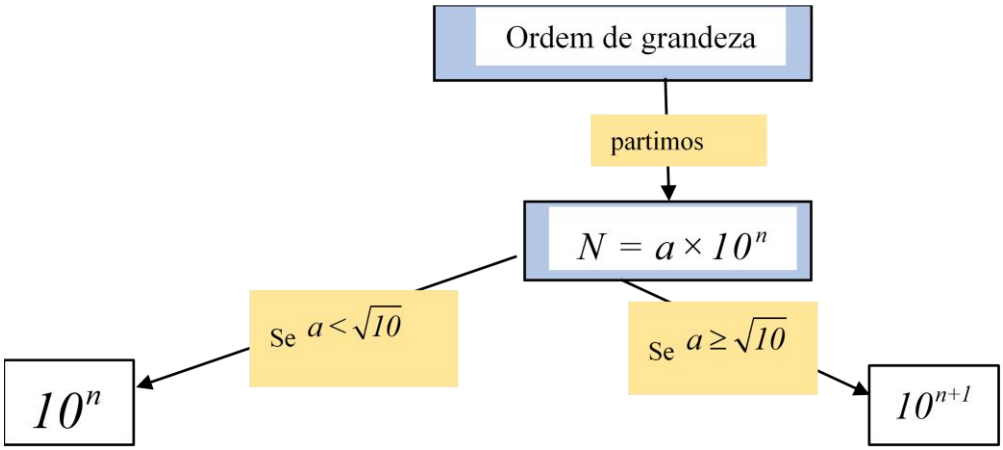
Muitas vezes é útil calcular uma resposta aproximada para um dado problema físico. Esse processo de aproximar uma determinada resposta, é feito através do cálculo da ordem de grandeza dessa possível resposta. Por definição, ordem de grandeza de um número é a potência de dez mais próxima desse número. Assim, para obter a ordem de grandeza de um número N qualquer, em primeiro lugar, deve-se escrevê-lo em notação científica, ou seja, no formato:

$N = a \times 10^n$, em que $1 \le a < 10$ e n é um número inteiro.

- ✓ Se $a < \sqrt{10}$, então a ordem de grandeza de N é 10^n
- ✓ Se $a \ge \sqrt{10}$, então a ordem de grandeza de N é 10^{n+1}

Abaixo uma possível organização da teoria.

Figura 16 - Mapa conceitual sobre ordem de grandeza.



Fonte: Autor.

Exemplo1 – Estime a ordem de grandeza do volume ocupado por uma gota de água sabendo que 20 gotas ocupam um volume de 1cm³.

Resolução:

Exemplo1 – Estime a ordem de grandeza do volume ocupado por uma gota de água sabendo que 20 gotas ocupam um volume de 1cm³.

Resolução:

$$\begin{matrix} 1\,cm^3 \rightarrow 20 \\ v \quad\quad \rightarrow 1 \end{matrix} \qquad v = \frac{1cm^3}{20} = 0,05cm^3 = 5\times10^{-2}\,cm^3$$

Resposta: 10^{-2}.

Na mecânica, as unidades do SI mais usadas são: metro, quilograma e segundo.

O metro cujo símbolo é m, inicialmente foi definido considerando-se a quarta parte de um meridiano terrestre dividida em 10 milhões de partes iguais, cada uma dessas pequenas partes foi chamada de um metro. Mais tarde, em 1983, o metro foi redefinido como a distância atravessada pela luz no vácuo durante o tempo de 1/299.792.458 de segundo (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2012).

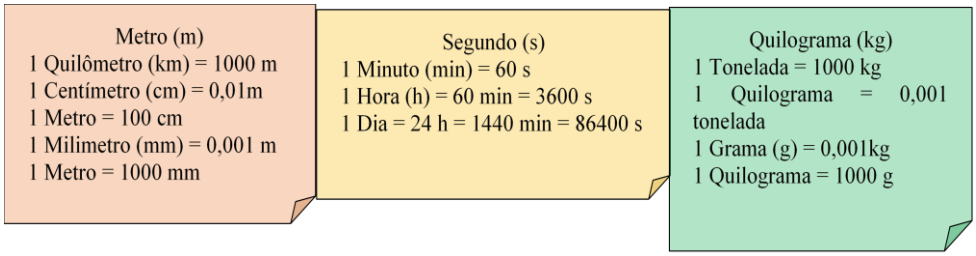
O quilograma, símbolo kg, foi definido na 14ª Conferência Geral Sobre Peso e Medida como sendo a massa de um cilindro de liga platina-irídio (ligas de alta resistência que podem suportar elevadas temperaturas), mantida no Bureau Internacional de Pesos e Medidas em Sèvres (França), com 3,9 cm de altura e 3,9 cm de diâmetros. Cópias precisas desta massa foram enviadas a laboratórios de padronização em outros países (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016). A partir do dia 20 de maio de 2019 o padrão de massa passará a ser definido em termos de constante fundamentais da natureza, a definição será baseada na constante de Planck (BAIMA, 2018).

Já o segundo, símbolo *s*, é definido como 9.191.631. 770 vezes o período de oscilação da radiação do átomo de césio (transição entre dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio-133) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

As grandezas físicas podem ser: escalares e vetoriais. Se diferenciam entre si porque a escalar necessita de um módulo seguido de uma unidade de medida para ficar bem definida, enquanto a vetorial além do módulo necessita de uma direção e um sentido, também seguidos de uma unidade de medida. A massa de um corpo, por exemplo, é uma grandeza física escalar. Quando se diz que um corpo tem uma massa de 20 kg (observe que se usou apenas um módulo e uma unidade de medida), isso já é suficiente para o entendimento desta informação. Já a velocidade é uma grandeza física vetorial: um carro com velocidade de 72 km/h, suplementarmente, necessita de uma direção e um sentido para a descrição do evento.

As unidades de medidas do SI também possuem múltiplos e submúltiplos. As unidades de comprimento, tempo e massa de acordo com a figura 17 possuem:

Figura 17- Múltiplos e submúltiplos do metro, segundo e quilograma.



Fonte: Autor.

Do conhecimento dessas relações é perfeitamente possível converter uma unidade de medida em qualquer um dos seus múltiplos e submúltiplos. Para realizar uma conversão, uma grandeza pode ser multiplicada por um fator de conversão, que é uma fração igual a 1, com numerador e denominador tendo unidades diferentes de tal forma a fornecer as unidades desejadas no resultado final. Qualquer número ou expressão multiplicado por 1 não se altera. Diante disso é possível usar o seguinte artificio:

Um metro dividido por 100 cm é igual a 1 $\left(\frac{1\,\text{m}}{100\,\text{cm}}=1\right)$, ou de maneira inversa, 100 cm dividido por 1m também é igual a 1 $\left(\frac{100\,\text{cm}}{1\,\text{m}}=1\right)$. Então basta usarmos esse procedimento para fazer transformações entre unidade de metros e centímetros, sempre usando uma operação de multiplicação.

Vale para qualquer outra unidade, com o devido ajuste nos valores da fração.

Exemplo 1. Transforme 35 cm em metros.

Resolução: $35\,\text{cm} = 35\,\text{cm}\cdot 1 = 35\,\cancel{\text{cm}}\cdot\frac{1\text{m}}{100\,\cancel{\text{cm}}} = \frac{35\,\text{m}}{100} = 0{,}35\,\text{m}$.

Exemplo 2. Transforme 1h 28 min em segundos.

Aqui como são dois múltiplos do segundo a ideia é transformar numa soma e fazer a transformação uma a uma.

Resolução:

$$1\,\text{h}+28\,\text{min}=1\,\text{h}\times 1+28\,\text{min}\times 1=1\,\cancel{\text{h}}\times\frac{3600\,\text{s}}{1\,\cancel{\text{h}}}+28\,\cancel{\text{min}}\times\frac{60\,\text{s}}{1\,\cancel{\text{min}}}=3600\,\text{s}+28\times 60\,\text{s}=52800\,\text{s}$$

Exemplo 3. Transforme $72\,km/h$ em m/s .

Resolução:

$$72\,\frac{km}{h}\cdot 1\cdot 1=72\,\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}}\cdot\frac{1000\,m}{1\,\cancel{km}}\cdot\frac{1\,h}{60\,s}=72\cdot\frac{1000\,m}{1}\cdot\frac{1}{3600\,s}=\frac{7200\,m}{3600\,s}=20\,m/s$$

Partícula, corpo extenso e referencial

No estudo de um fenômeno qualquer quando se pode desconsiderar as dimensões de um determinado corpo, este, passa a ser chamado de partícula ou ponto material. Uma Certa nave espacial em uma hipotética viagem interplanetária pode ser considerada apenas um ponto, visto que suas dimensões em comparação à distância a ser percorrida são muito díspares. Em um cenário inverso, isto é, quando as dimensões do corpo devem ser consideradas, está-se diante de um corpo extenso. À vista disso, imagina essa mesma nave, com 20 m de comprimento, por exemplo, entrando em um hangar de 100 m de extensão. Veja que nesta nova proposição a dimensão da nave não pode ser desprezada, em razão de se aproximar da dimensão do hangar.

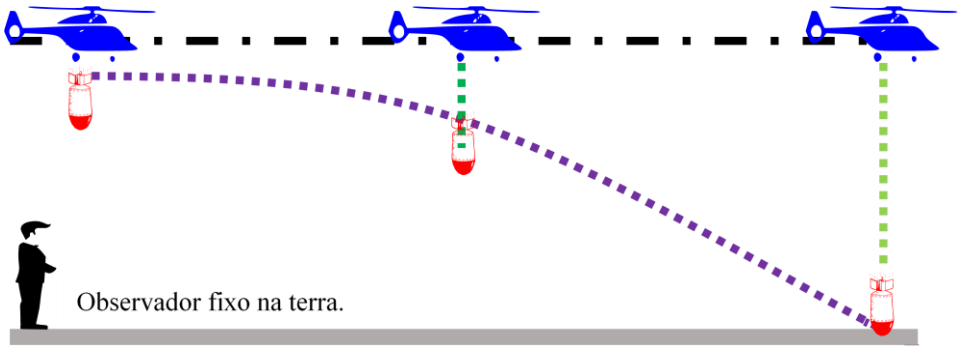
Qualquer indagação a respeito do estado de repouso ou de movimento de um corpo deve antes passar pela escolha de um referencial adequado. Havendo variação na distância entre corpo e referenciais têm um movimento, em situação contrária, o corpo experimenta o repouso.

Na Física alguns conceitos são relativos. Um mesmo corpo pode estar em movimento em relação a um determinado referencial e estar em repouso em relação a outro referencial. Considere, por exemplo, um carro que se movimenta a uma determinada velocidade levando em seu interior duas pessoas: motorista e passageiro. Em relação ao motorista, o passageiro apesar do movimento do carro, estará em repouso, perceba que a distância entre motorista e o passageiro permanece constante.

Todavia, quando o referencial é um poste no acostamento, a distância entre o passageiro e o poste sofrerão mudanças no percurso do evento e neste caso tem-se um movimento.

A trajetória de um móvel da mesma forma pode assumir um formato retilíneo ou parabólico conforme o referencial adotado. Na figura 18 se tem uma representação de uma trajetória efetuada por um móvel sob dois referenciais distintos, onde um objeto é abandonado de um avião. Para o piloto do avião o objeto lançado assume uma trajetória retilínea, já para um observador fixo na terra a trajetória do corpo assume um formato parabólico (TORRES et al., 2013).

Figura 18 - A relatividade da trajetória.



Fonte: Autor.

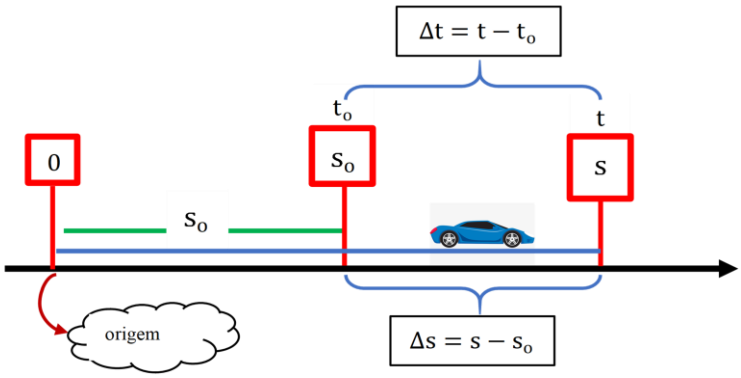
Observe que um referencial a princípio pode ser qualquer corpo ou objeto. Nesse sentido tem especial destaque os ditos referenciais inerciais que assim se definem: é um sistema de referência em que corpos livres (sem forças aplicadas) não têm o seu estado de movimento alterado ou de maneira mais clara é aquele referencial para os quais as leis de Newton são válidas (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

Esses sistemas estão parados ou em movimento retilíneo uniforme uns em relação aos outros. Contextualizando, o solo é um referencial inercial, quando desprezados os movimentos astronômicos da terra, portanto os movimentos usuais que os corpos realizam na superfície terrestre obedecem às leis de Newton. De igual forma quando dois carros se movem um em relação ao outro em uma trajetória retilínea com velocidade constante um deles pode ser considerado um referencial inercial do outro e vice-versa.

Velocidade

A qualquer movimento se usa a grandeza chamada velocidade escalar para medir a variação do espaço do móvel no decorrer do tempo. Considere agora um ponto material P (considere as dimensões desse ponto p desprezíveis em relação ao fenômeno estudado) descrevendo uma trajetória em relação a um determinado referencial como mostra a figura 19.

Figura 19 - Velocidade de um móvel.



Fonte: Autor.

No instante t_0 seu espaço é s_0 e no instante seguinte *t* seu espaço é *s*. No intervalo de tempo,

$$\Delta t = t - t_0 \tag{2.1}$$

a variação do espaço do ponto material, ou deslocamento, é,

$$\Delta s = s - s_0 \tag{2.2}$$

A rapidez com que o carro da figura está se movendo pode ser expressa pela velocidade média v_m, que é a razão entre o deslocamento Δs e o intervalo de tempo Δt . Essa relação é expressa pela equação 2.3.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \tag{2.3}$$

O sinal da velocidade média será determinado pelo sinal de Δs , uma vez que a diferença entre os instantes posteriores e anteriores (Δt) serão sempre positivos. Veja que se considera apenas as partes finais e iniciais do tempo e do espaço, uma vez que nos interessa apenas a posição final e a posição inicial ocupados pelo móvel pôr exigência da própria definição de deslocamento.

Também é possível determinar a velocidade escalar instantânea de um móvel bastando para isso tomar Δt bem pequeno ou, dito de outra forma, quando a diferença entre os instantes finais e iniciais tender a zero ($\Delta t \to 0$). Neste caso, o quociente da equação 2.3 assume um determinado valor limite. De onde se define: A velocidade escalar instantânea *v* é o valor limite a que tende a velocidade média, equação 2.4, quando Δt tende a zero. Representa-se por,

$$v_m = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \qquad (2.4)$$

Exemplo 1 – Durante um espirro, os olhos podem ser fechar por até 0,50 *s*. Se você está dirigindo um carro a 90 *km/h* e espirra, de quanto o carro pode se deslocar até você abrir novamente os olhos?

Dados: $v_m = 90\,km/h$

$\Delta t = 0,50\ s$

Aqui é preciso deixar as unidades de medida num mesmo padrão: Transformar km/h em m/s.

$$90\frac{km}{h}\cdot 1\cdot 1 = 90\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}}\cdot\frac{1000\ m}{1\ \cancel{km}}\cdot\frac{1\ \cancel{h}}{60\ s} = 90\cdot\frac{1000\ m}{1}\cdot\frac{1}{3600\ s} = \frac{90000\ m}{3600\ s} = 25\ m/s$$

Resolução: $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \to 25\frac{m}{s} = \frac{\Delta s}{0,50\ s} \to \Delta s = 25\cdot 0,50 \to \Delta s = 50\ m$.

Veja o quão perigoso pode ser um espirro. O carro percorreu 50 m metros com o condutor de olhos fechados.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

1 ª lista de exercícios.

(Transformação de unidades, notação cientifica, ordem de grandeza e velocidade média)

1- Um espetáculo musical tem início exatamente às 21 h 15 min 25 s e termina ás 23 h 38 min 15 s. Determine a duração desse espetáculo.

2- O sino de uma igreja bate uma vez a cada meia hora, todos os dias. Qual a ordem de grandeza do número de vezes que o sino bate em um ano?

3- Qual a ordem de grandeza do número de batimentos cardíacos de um aluno do Ensino Médio. Desde o seu nascimento?

4- O intervalo de tempo de um ano corresponde a quantos segundos? Dê sua resposta em notação cientifica e com dois algarismos significativos.

5- O diâmetro de um fio de cabelo é $10^{-4}\,m$. Sabendo-se que o diâmetro de um átomo é $10^{-10}\,m$ quantos átomos colocados lado a lado seriam necessários para fazer uma linha que divida o fio de cabelo ao meio exatamente no seu diâmetro?

a) 10^4 b) 10^5 c) 10^6 d) 10^7 e) 10^8

6- Um ônibus passa pelo km 30 de uma rodovia às 6 h, e às 9 h 30 min passa pelo km 240. Qual é a velocidade escalar média desenvolvida pelo ônibus nesse intervalo de tempo?

7- Um ônibus percorre a distância de 480 km, entre Santos e Curitiba, com velocidade escalar média de 60 *km/h*. De Curitiba a Florianópolis, distante 300 km, o ônibus desenvolve a velocidade escalar média de 75 *km/h*. Qual é a velocidade escalar média do ônibus no percurso de Santos a Florianópolis?

8- a carreta de 20 *m* de comprimento demora 10 *s* para atravessar uma ponte de 180 *m* de extensão. Determine a velocidade escalar média da carreta no percurso?

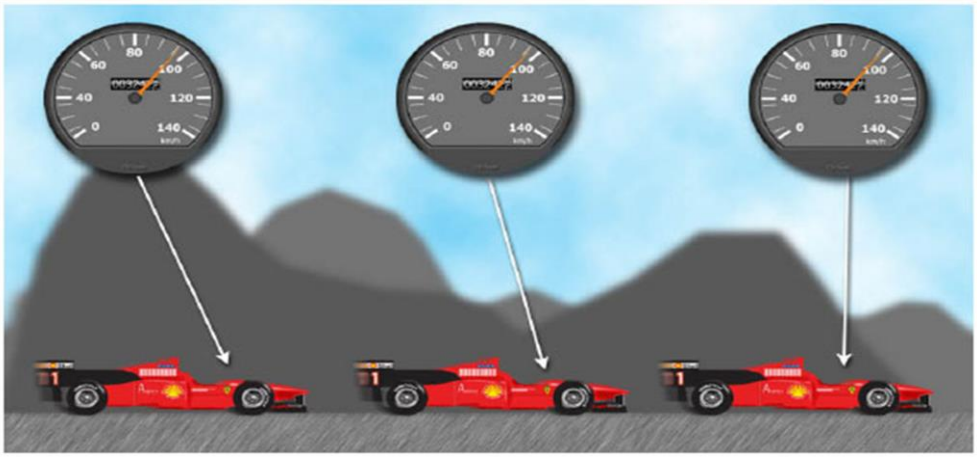
9- A velocidade de crescimento dos fios de cabelo de uma pessoa é de aproximadamente 1,5 *cm/mês*. Suponha que Júlio, que tem 1,8 *m* de altura, deseja ter os cabelos bem compridos, de forma que eles cheguem a encostar no chão quando ele estiver em pé. Calcule quantos anos, no mínimo, Júlio tem que ficar sem cortar os, até ele conseguir o seu objetivo.

10- Numa corrida de carros, suponha que o vencedor gastou 1 *h* 30 *min* para completar o circuito, desenvolvendo uma velocidade média de 240 *km/h*, enquanto um outro carro, o segundo colocado, desenvolveu a velocidade média de 236 *km/h*. Se a pista tem 30 *km*, quantas voltas o carro vencedor chegou à frente do segundo colocado?

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME – MRU

Ao movimento que ocorre em linha reta e sempre a uma mesma velocidade escalar dá-se o nome de movimento retilíneo uniforme (MRU). Sua velocidade escalar instantânea é constante e diferente de zero.

Figura 20 - Movimento uniforme.



Fonte: (Paula, 2016).

Com a manipulação algébrica da fórmula da velocidade média (equação 2.3) é possível descobrir um modelo matemático que descreve o espaço percorrido pelo móvel em função do tempo gasto nesse processo, $s = f(t)$. Como encontra-lo? Da equação 2.3 tem-se que,

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \tag{2.4}$$

Agora isolando o espaço:

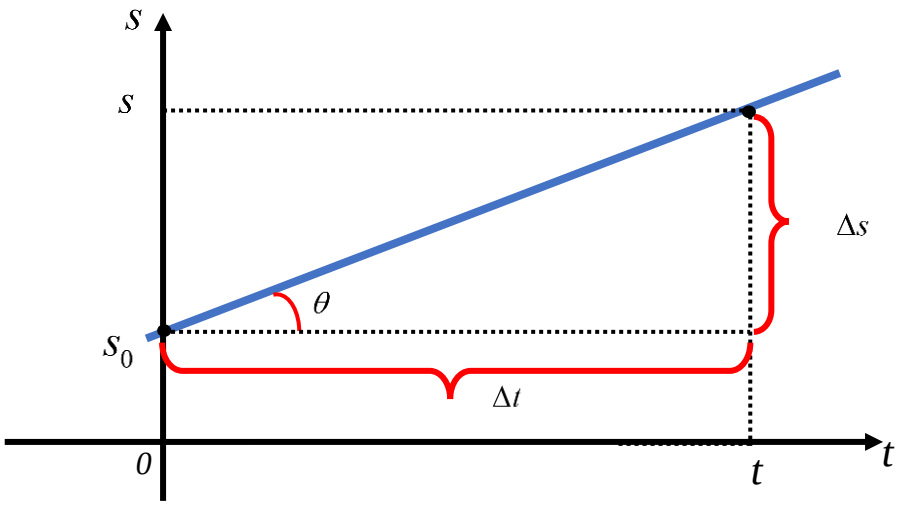
$$s - s_0 = v \cdot (t - t_0) \tag{2.5}$$

E finalmente supondo que o tempo inicial é igual a zero, chega-se a função horária da posição de um móvel que realiza um MRU,

$$s = s_0 + v \cdot t \tag{2.6}$$

Esta função horária é linear, e sua representação gráfica ($s \times t$) é uma reta que tem *v* como coeficiente angular ou inclinação da reta e s_0 como coeficiente linear, ilustrado pela figura 21.

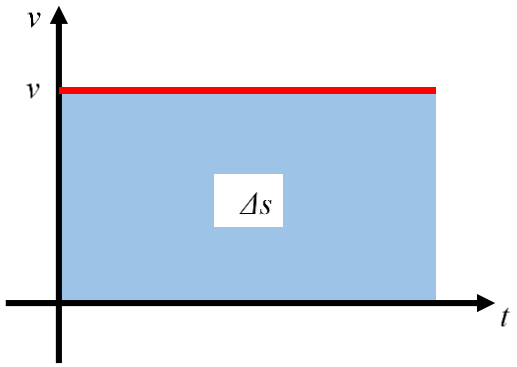
Figura 21- Gráfico do *s x t* no MRU.



Fonte: Autor.

A velocidade no MRU como dito anteriormente é constante e sua representação gráfica $(v \times t)$ é uma reta paralela ao eixo dos tempos, conforme se observa na figura 22.

Figura 22 - Gráfico da *v x t* no MRU.



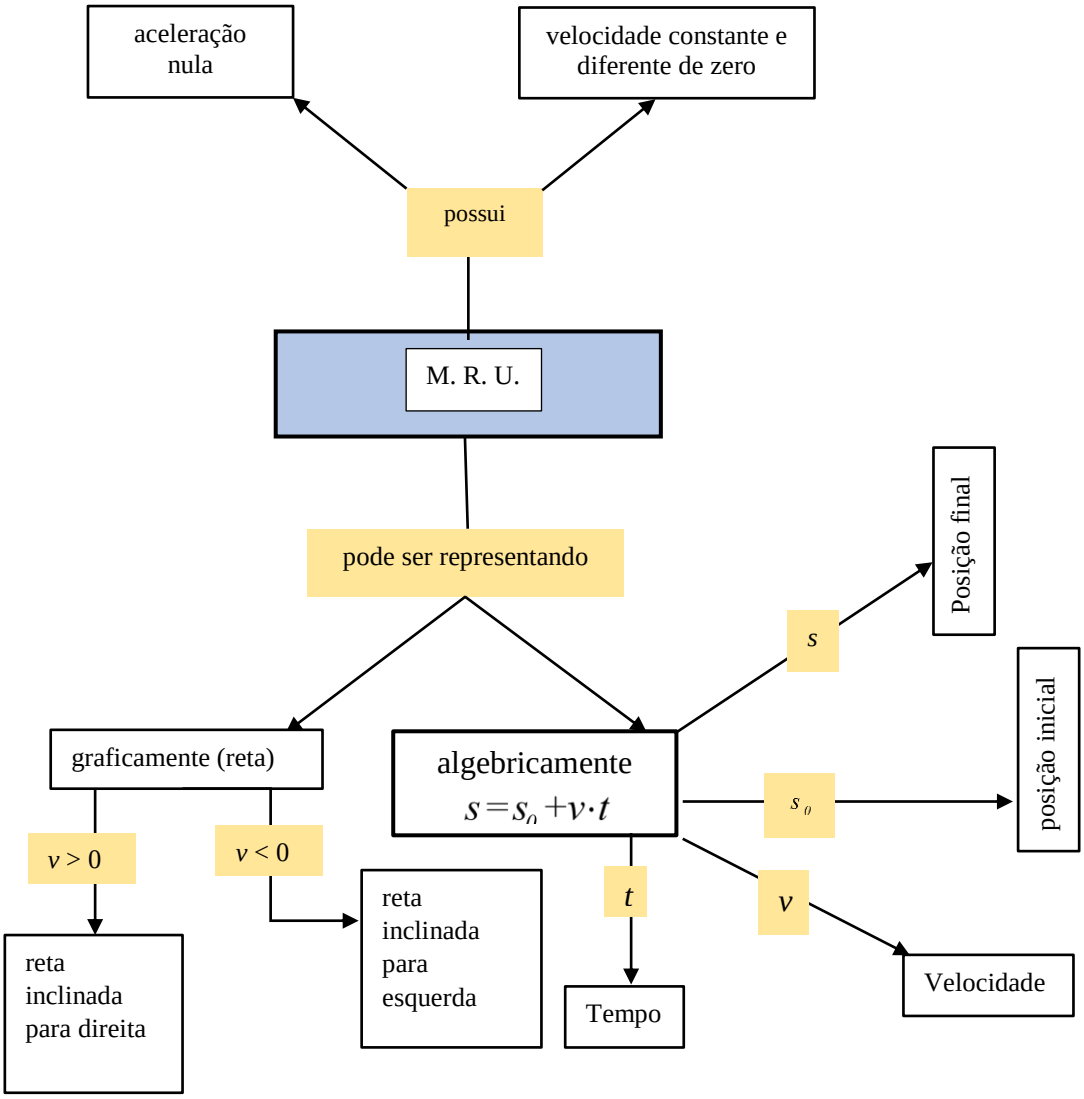
Fonte: Autor.

A área do retângulo é a variação do espaço (Δs) num intervalo de tempo (Δt)

$\Delta s = A_{retângulo}$ = base × altura = v × Δt

Na outra página na figura 23 um mapa conceitual sobre MRU.

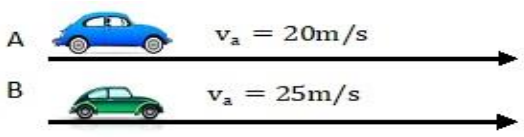
Figura 23 - Mapa conceitual sobre MRU.



Fonte: Autor.

Exemplo 1 - Dois carros parados em um semáforo partem simultaneamente e sobem a avenida Brasil com velocidades constantes de 20 m/s e 25 m/s, respectivamente. Após 10 s, qual a distância que os separa?

Resolução: Neste caso é sempre bom fazer um esboço gráfico da situação.



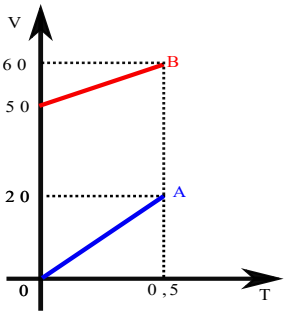
$$s_B = s_{B0} + v_B \cdot t \rightarrow s_B = 0 + 25 \cdot t \rightarrow s_B = 25 \cdot t$$

$$s_A = s_{0A} + v_A \cdot t \rightarrow s_A = 0 + 20 \cdot t \rightarrow s_A = 20 \cdot t$$

$$s_A = 20 \cdot 10 \rightarrow s_A = 200\ m$$

$$s_B = 25 \cdot 10 \rightarrow s_B = 250\ m \qquad \Delta s = s_B - s_B = 250 - 200 = 50\ m$$

Exemplo 2 - No gráfico abaixo estão representadas as abcissas de dois móveis, A e B, em função do tempo. Determine o instante em que esses moveis vão se encontrar.



Resolução: $s_{0A} = 0$, $v_A = \frac{20\,m}{0{,}5\,s} = 40\,m/s$, $s_{0B} = 50\,m$ e $v_B = \frac{60\,m - 50\,m}{0{,}5\,s} = 20\,m/s$

$$s_A = 40t \quad \text{e} \quad s_B = 50 + 20t$$

$$s_A = s_B \rightarrow 40t = 50 + 20t$$

$$40t - 20t = 50$$

$$20t = 50$$

$$t = \frac{50}{20} \rightarrow t = 2{,}5\,s$$

No encontro suas posições são iguais.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

2 ª lista de exercício.

(Tipos de movimento e movimento uniforme)

1- Um móvel descreve um movimento sempre no mesmo sentido num determinado referencial, percorrendo distancias iguais em intervalos de tempos iguais. Seus espaços variam com o tempo segundo os dados da tabela:

t (s)	1	3	5	7	9	11	13
s (m)	150	250	350	450	550	650	750

a) Qual é a velocidade escalar média no intervalo de tempo entre 1 e 3 s?
b) Qual é a velocidade escalar média no intervalo de tempo entre 5 e 13 s?
c) O movimento em questão é uniforme? Por que?
O movimento é progressivo ou retrógrado no intervalo de tempo observado? Por que?

2- É dada a função horaria $s = 20 - 4t$ (para t em h e s em km), que descreve o movimento de um ponto material num determinado referencial. Os espaços s são medidos numa trajetória a partir de um marco zero, os instantes t são lidos num cronômetro. Determine:
a) O Espaço inicial e a velocidade escalar:
b) O tipo do movimento e se ele é progressivo ou retrógrado;
c) O espaço do móvel quando $t = 2h$;
d) O instante quando o móvel está na posição cujo o espaço é igual a 8 km;
e) O instante em que o móvel passa pela origem dos espaços (marco zero).

3- Duas cidades A e B estão separadas pela distância de 300 km, medidos ao longo da estrada que às ligas. No mesmo instante, um móvel P passa por A, dirigindo-se a B, e um móvel q passa por B, dirigindo-se a A. Seus movimentos são uniformes e suas velocidades (em valor absoluto) são iguais a 80 km/h (P) e 70 km/h (Q). Determine:
a) O instante do encontro.
b) A Posição do encontro.

4- A velocidade de projeção de um filme é constante e à razão de 24 fotografias projetadas em cada segundo na tela. Quantas fotografias são projetadas na tela durante a projeção de um filme que dura 2 horas?

5- Dois trens de comprimento 60 *m* e 80 *m* correm em trilhos paralelos e em sentidos opostos. O trem menor move-se com o dobro da velocidade do maior, para um referencial fixo na terra. Uma pessoa no trem menor observa que o trem maior gasta 2 *s* para passar por sua janela. Determine a velocidade, em *m/s*, do trem menor.

6- Um atirador aponta sua arma para um alvo, situado a 255 *m* de distância, dispara um projétil. O impacto do projétil no alvo é ouvido pelo atirador 1,6 *s* após o disparo. Sendo 340 *m/s* a velocidade de propagação o som no ar, determine a velocidade do projétil suposta constante.

MOVIMENTO RETÍLINEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

O movimento que tem uma trajetória retilínea onde sua velocidade varia de maneira uniforme, variação esta provocada por uma aceleração constante e diferente de zero, recebe o nome de MRUV. De acordo com a orientação da trajetória, a velocidade escalar pode ser positiva ou negativa, desta forma um MRUV pode ser classificado em acelerado ou retardado, sendo que no movimento acelerado: o módulo da velocidade escalar aumenta no decurso do tempo, enquanto no movimento retardado: o módulo da velocidade escalar diminui no decurso do tempo.

Se a velocidade de um corpo tem um aumento de v_0 para v num intervalo de tempo $\Delta t = t - t_0$ por definição sua aceleração escalar média (a_m) será,

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \qquad (2.7)$$

Na equação 2.7 pode-se trocar a aceleração escalar média a_m pela aceleração escalar *a*, da mesma forma considerar que o instante inicial t_0 seja igual a zero, uma vez que se começa a contar a partir deste instante. Logo, a equação ficará da seguinte forma,

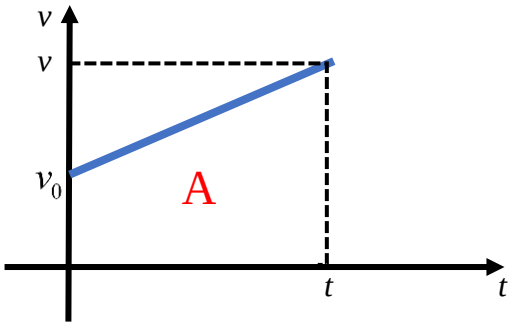
$$a = \frac{v - v_0}{t} \qquad (2.8)$$

Isolando *v* chega-se a uma nova equação,

$$v = v_0 + a \cdot t \qquad (2.9)$$

Esta nova equação descreve a velocidade como uma função do tempo, também chamada de função horaria da velocidade no MRUV. Verifica-se o aspecto linear da variação da velocidade: a aceleração é constante e isto faz com a velocidade tenha a mesma variação em intervalos de tempos iguais. Graficamente o resultado é uma reta inclinada em relação ao eixo das abcissas, com uma importante propriedade, a área do trapézio abaixo da reta formada pelos pares ordenados (*t*, *v*) representa o modulo do deslocamento (Δs) efetuado pelo móvel entre dois instantes (t_1 e t_2) e que se queira calcular. A figura 24 ilustra essa propriedade.

Figura 24 - gráfico da *v x t* no MRUV.



Fonte própria.

Da geometria elementar extrai-se que a área de um trapézio é dada pela seguinte relação,

$$A = \frac{(B+b)}{2} \cdot h \tag{2.10}$$

Onde *B* é a base maior, *b* a base menor e *h* é altura do trapézio. No gráfico a base maior é *v*, a base menor é v_o e a altura é *t*. A relação para a área do trapézio em termos de velocidade e tempo fica assim,

$$\Delta s = A = \frac{(v+v_0)}{2} \cdot t \tag{2.11}$$

Substituindo Δs por $s - s_0$, e isolando *s*:

$$s = s_0 + \frac{(v+v_0)}{2} \cdot t \tag{2.12}$$

Considerando a equação 2.9 e substituindo *v* na equação anterior,

$$s = s_0 + \frac{(v_0 + a \cdot t) \cdot t}{2} + \frac{v_0 \cdot t}{2} \tag{2.13}$$

Rearranjando,

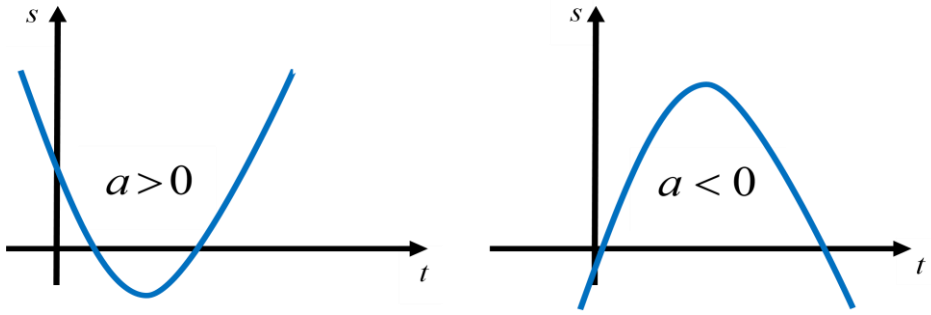
$$s = s_0 + \frac{v_0 \cdot t}{2} + \frac{a \cdot t^2}{2} + \frac{v_0 \cdot t}{2} \tag{2.14}$$

Finalmente juntando os termos semelhantes chega-se à função horaria das posições do MRUV,

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \tag{2.15}$$

A função horaria das posições do MRUV descreve o espaço como uma função do tempo. É uma função quadrática e seu gráfico representativo é uma parábola, que a depender do sinal da aceleração pode ter sua concavidade voltada para cima ($a > 0$) ou voltada para baixo ($a < 0$), conforme representada na figura 25.

Figura 25 - Gráfico do *s x t* no MRUV.



Fonte própria.

É possível também relacionar espaço percorrido e velocidade sem a necessidade de conhecer o tempo no MRUV. A equação que torna isso possível é chamada de equação de Torricelli e pode ser determinada com fundamento na equação 2.9 elevando ambos os membros da igualdade ao quadrado, tem-se,

$$(v)^2 = (v_0 + a \cdot t)^2 \tag{2.16}$$

Resolvendo a equação,

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot v_0 \cdot a \cdot t + (a \cdot t)^2 \tag{2.17}$$

Colocando $2a$ em evidência,

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \left(v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \right) \tag{2.18}$$

Isolando $s - s_0$ na equação 2.15 e substituindo em 2.18,

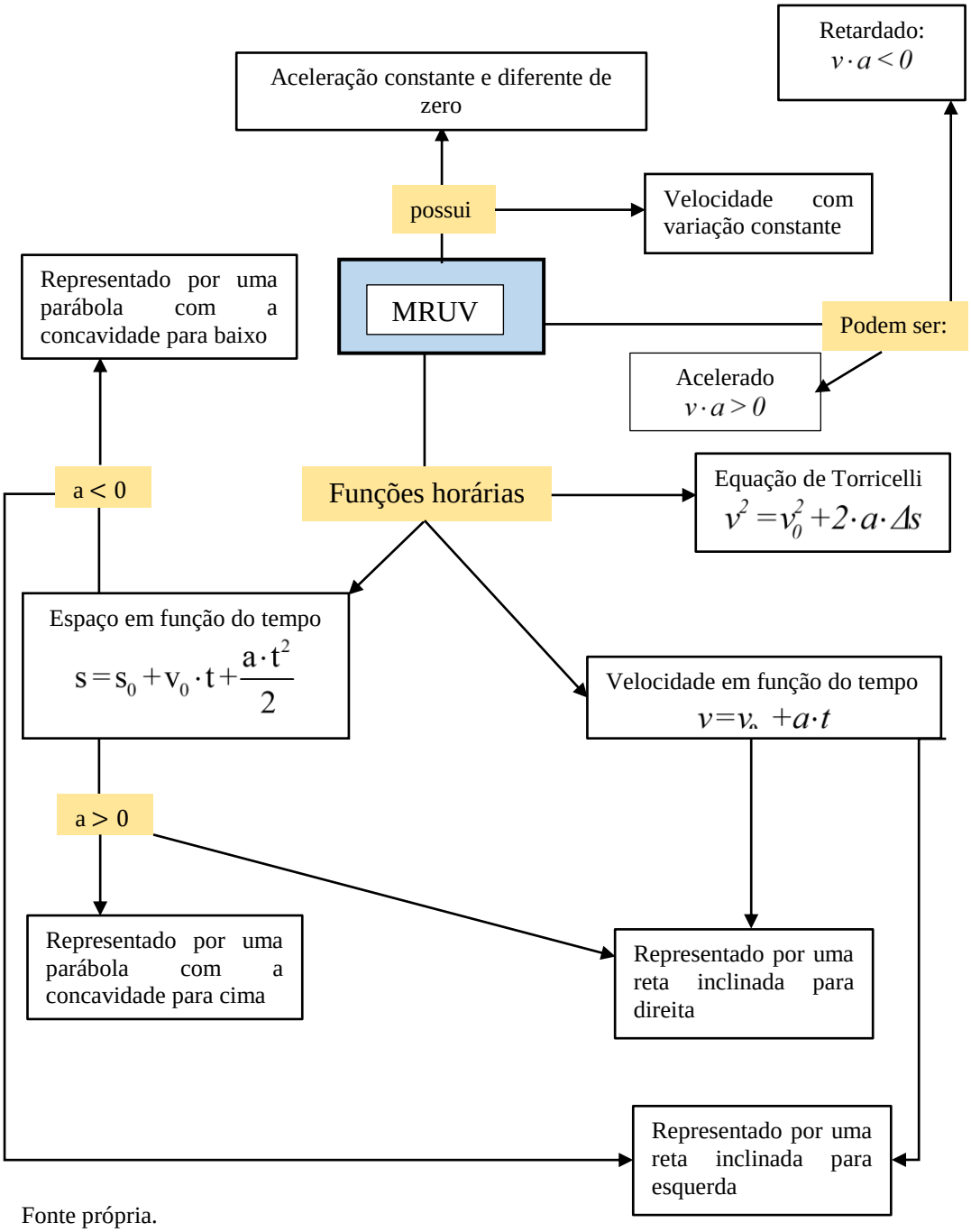
$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (s - s_0) \tag{2.19}$$

E com o auxílio da equação 2.2 finalmente a expressão conhecida com equação de Torricelli,

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \tag{2.20}$$

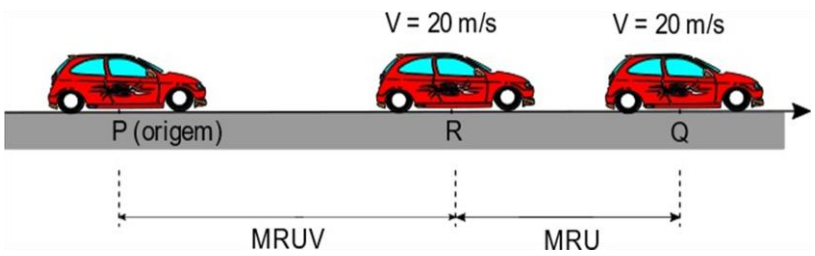
Organizando a teoria tem-se um mapa conceitual:

Figura 26 - Mapa conceitual sobre o MRUV.



Fonte própria.

Exemplo 1 - Um veículo parte do repouso de um ponto com aceleração constante de 2 m/s² até atingir uma velocidade de 20 m/s. Esta velocidade é mantida constante durante 30 s até atingir um ponto Q. Supondo a trajetória retilínea, determine a distância percorrida pelo veículo entre P e Q.



Resolução:

No ponto P, tem-se: $v_0 = 0$ (repouso), a = 2 m/s^2 e s_0 = 0 (origem)

De P a R tem-se um MRU:

$$v = v_0 + at \rightarrow 20 = 0 + 2 \cdot t \rightarrow 2 \cdot t = 20 \rightarrow t = \frac{20}{2} \rightarrow t = 10\ s\ .$$

A posição do veículo no instante 10 *s*:

$$s = s_0 + v_o t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \rightarrow s = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^2 \rightarrow s = 100\ m$$

De R a Q tem-se um MRU:

$$s = s_0 + v \cdot t \rightarrow s = 0 + 20 \cdot 30 \rightarrow s = 600\ m$$

Distância total percorrida:

$$PR + RQ = 100\ m + 600\ m = 700\ m$$

Exemplo 2 – A velocidade escalar de um móvel aumenta, de maneira uniforme, 2,4 m/s a cada 3 segundos. Em certo instante a velocidade escalar do móvel é de 12 m/s. A partir desse instante, nos próximos 5 segundos a distância percorrida pelo móvel será?

Resolução:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2,4\ m/s}{3s} = 0,8\ m/s^2$$

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \rightarrow s - s_0 = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \rightarrow \Delta s = 12 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 0{,}8 \cdot 5^2 = 70\,m$$

Resposta: 70 m.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

3ª lista de exercício.

(Movimento Uniformemente Variado)

1- Um móvel passa pelo marco zero de uma trajetória, em movimento progressivo uniformemente acelerado no instante em que $t = 0$ s. Nesse instante sua velocidade escalar é 25 m/s e a aceleração escalar é 12 *m/s²*. Determine sua posição para $t = 2$ s e sua velocidade para $t = 5$ s.

2- Ao ver passar uma bela garota dirigindo uma Ferrari vermelha que desenvolve velocidade constante de 72 *km/h*, um apaixonado rapaz resolve sair ao seu encalço pilotando sua possante moto. No entanto, ao conseguir partir com a moto, com aceleração constante igual a 4 *m/s²*, o carro já está 22 *m* à frente.
   a) Após quanto tempo o rapaz alcança o carro da moça?
   b) Que distância a moto percorre até o instante em que os dois veículos se emparelham?
   c) Qual é a velocidade da moto no instante em que alcança o carro?

3- Um trem de comprimento 100 *m* atravessa um túnel reto de comprimento 200 *m*, com movimento uniformemente variado. Quando o trem começa a entrar no túnel, sua velocidade escalar é de 10 *m/s* e, quando acaba de sair do túnel, sua velocidade escalar é de 20 *m/s* é o intervalo de tempo decorrido do início ao fim da travessia?

4- Em 5 *s*, a velocidade escalar de um móvel em MUV variou de 10 *m/s* para 25 *m/s*. Determine:
   a) A velocidade escalar média do móvel nesse intervalo de tempo;
   b) A distância percorrida pelo móvel.

5- O tempo de reação (intervalo de tempo entre o instante em que uma pessoa recebe a informação e o instante em que reage) de certo motorista é 0,7 *s*, e os freios podem reduzir a velocidade de seu veículo à razão máxima de 5 *m/s* em cada segundo. Supondo que ele esteja dirigindo à velocidade constante de 10 *m/s*, determine:
   a) O tempo mínimo decorrido entre o instante em que avista algo inesperado, que o leva acionar os freios, até o instante em que veículo para;
   b) A distância percorrida nesse tempo;

6- Uma partícula executa um movimento retilíneo uniformemente variado. Num dado instante, a partícula tem velocidade 50 *m/s* e aceleração negativa de modulo 0,2 *m/s²*. Quanto tempo decorre até a partícula alcançar a mesma velocidade em sentido contrário?

7- A função horária do movimento de uma partícula é expressa por $s = t^2 - 10t + 4$ (*s* em metros e *t* em segundos). O espaço do móvel ao mudar de sentido é:

a) 24 m b) -25 m c) 25 m d) 1m e) -1m

8- Dizer que um movimento se realiza com uma aceleração escalar constante de *5 m/s²* significa que:
a) Em cada segundo o móvel se desloca 5 *m*.
b) Em cada segundo a velocidade do móvel aumenta de 5 *m/s*.
c) Em cada segundo a aceleração do móvel aumenta de 5 *m/s*.
d) Em cada 5 s a velocidade aumenta de 1 *m/s*.
e) A velocidade é constante e igual a 5 *m/s*.

9- Um trem de 120 *m* de comprimento se desloca com velocidade escalar de 20 *m/s*. Esse trem, ao iniciar a travessia de uma ponte, freia uniformemente, saindo completamente, saindo complemente da mesma 10 s após com velocidade escalar de 10 m/s. O comprimento da ponte é:
a) 150 m b) 120 m c) 90 m d) 60 m e) 30 m

10- Um avião a jato, partindo do repouso, é submetido a uma aceleração constante de 4 m/s². Qual é o intervalo de tempo Δt de aplicação dessa aceleração para que o jato atinja a velocidade de decolagem de 160 m/s². Qual é a distância d percorrida até a decolagem?

QUEDA LIVRE

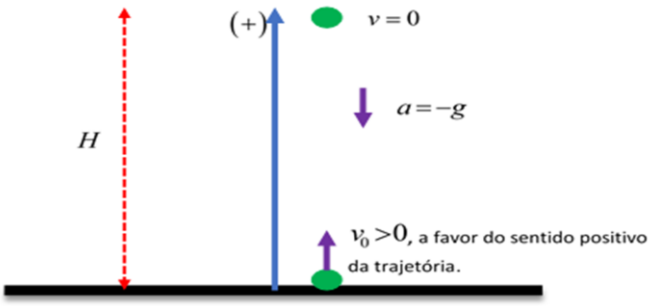
A queda livre de corpos sujeita à gravidade da terra, próximo a sua superfície foi objeto de intensa especulação na Grécia antiga. Em suas concepções os gregos defendiam que o deslocamento do corpo seria proporcional ao tempo decorrido, para o caso de velocidade inicial nula. Através das experiências de Galileu essas concepções foram refutadas e demonstrou-se que o deslocamento é verdadeiramente proporcional ao quadrado do tempo decorrido. A equação 2.15 lastreia esse fato.

Figura 27 - Corpos em queda livre.

Fonte: (NETO, 2018).

A aceleração da gravidade varia conforme a altitude e nas proximidades da terra assume um valor aproximado de 9,81 *m/s²*. Desprezando a resistência do ar todos os corpos caem com a mesma aceleração *g*. Se um corpo cai partindo do repouso no instante inicial t_0 do ponto de coordenada *s* = *H*, a variação da coordenada *s* pode ser obtida imediatamente fazendo-se $a = -g$ na equação 2.15. A aceleração está orientada no sentido contrário ao do eixo positivo da coordenada *s*. O termo queda livre tanto pode ser usado no movimento de queda propriamente dito quanto no lançamento vertical para cima. No primeiro o módulo da velocidade aumenta no decorrer do tempo enquanto que no segundo ele diminui até se anular na altura máxima (*H*) conforme figura 28.

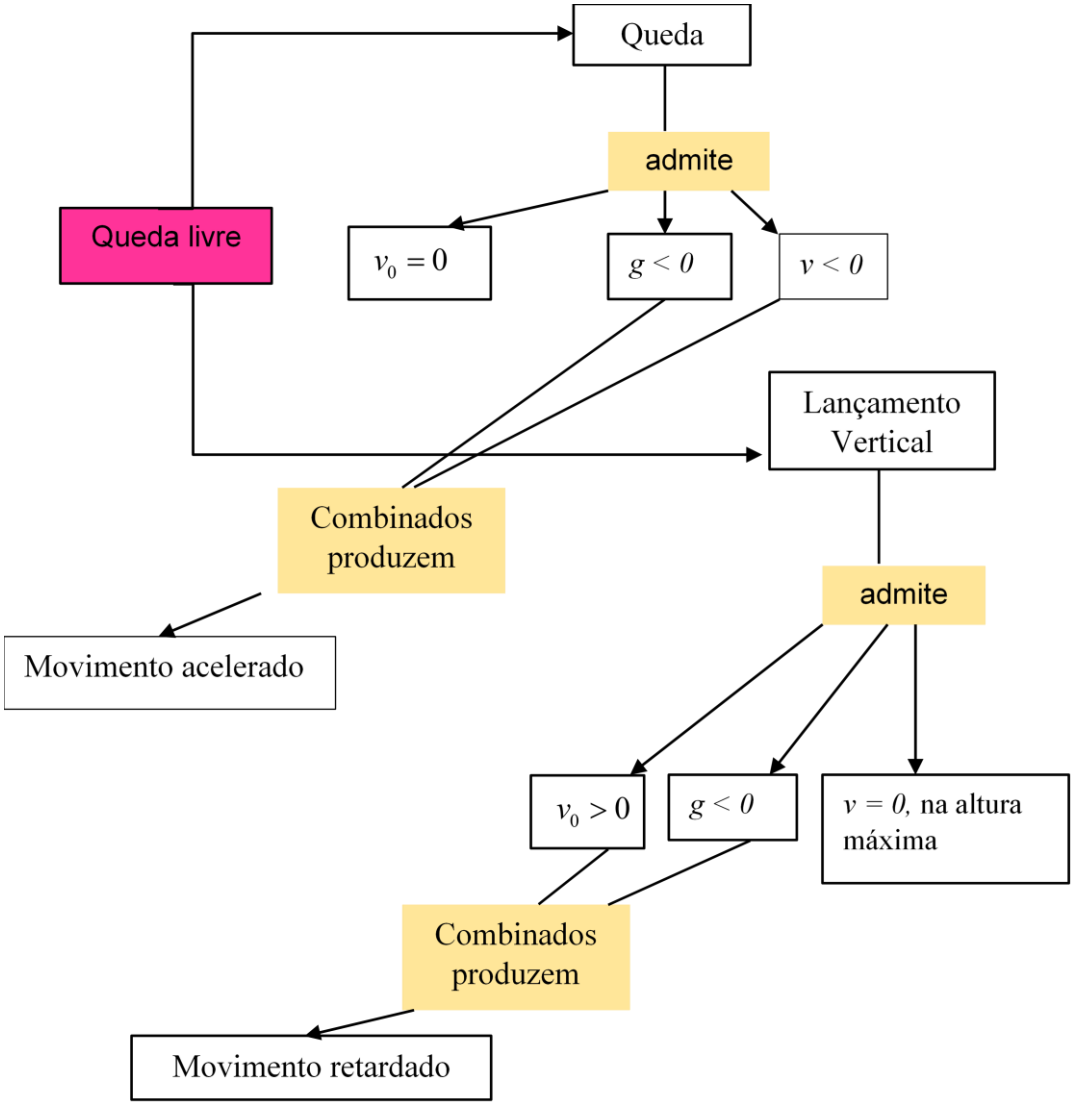
Figura 28 - Queda livre.



Fonte própria.

Note que ao fixar um sentido para o movimento, o sinal da aceleração já fica pré-determinado. Para cima a velocidade escalar é positiva e na descida torna-se negativa. Em termos de classificação pode-se afirmar que na subida o movimento é retardado visto que *a* e *v* tem sinais opostos e na descida o movimento é acelerado, *a* e *v* tem os mesmos sinais (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014). Valem também todas as equações relativas ao MRUV pois trata-se de um movimento com aceleração constante. Segue na figura 29 um possivel mapa conceitual para o movimento de queda livre :

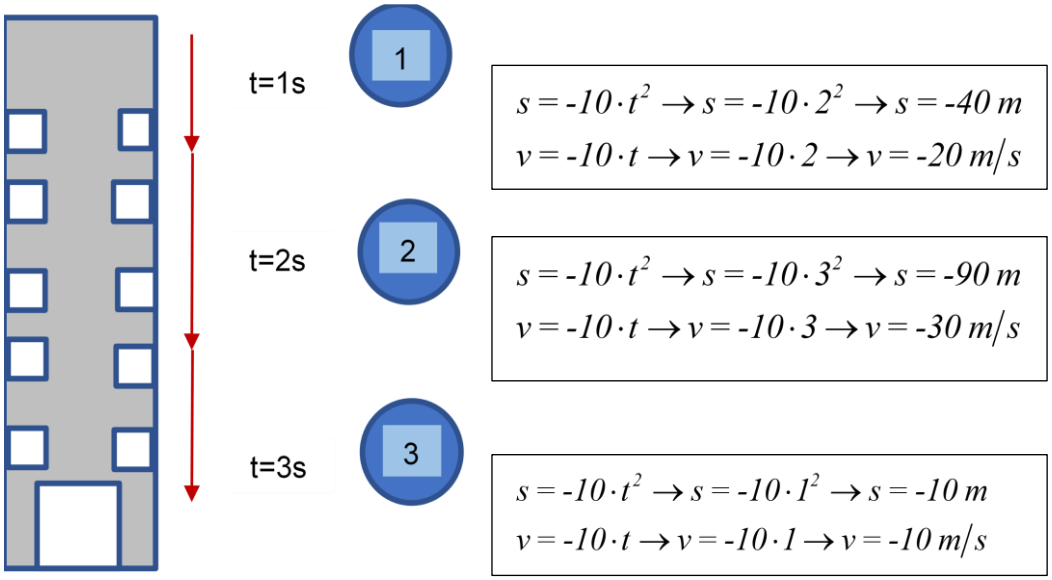
Figura 29 - Mapa conceitual sobre queda livre.



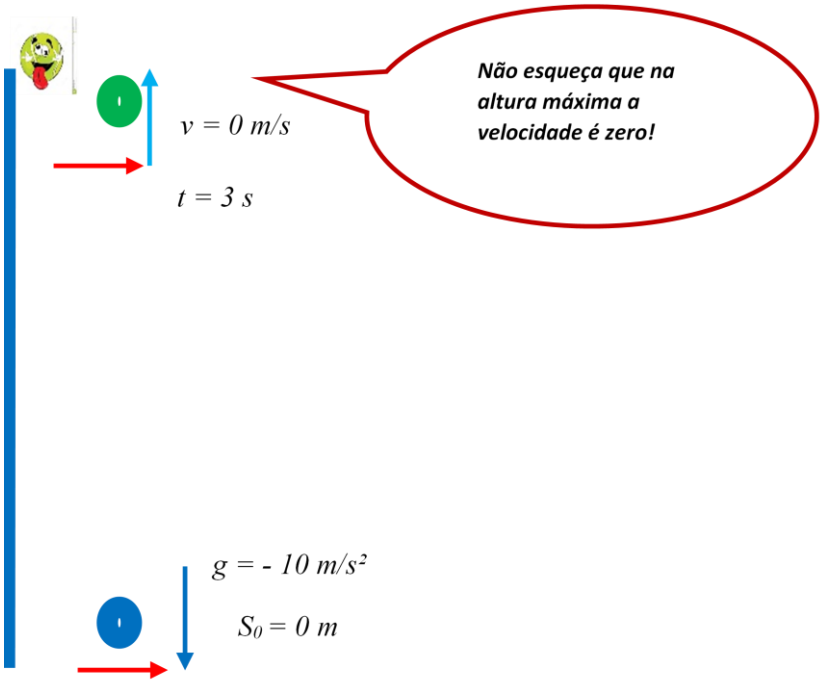
Fonte própria.

Exemplo 1- Uma bola de golfe é solta do repouso do alto de um prédio muito alto. Calcule a posição e a velocidade da bola após 1 s, 2 s e 3 s. (considere g = 10 m/s²).

Resolução: $s_0 = 0$, $v_0 = 0$ e g = -10 m/s^2



Exemplo 2 – Uma bola de beisebol é atingida pelo bastão de forma a mover-se verticalmente para cima. Um fã observa que a bola demora 3 s para atingir sua altura máxima. Encontre a velocidade inicial da bola e a altura que ela alcança. (considere g = 10m/s²).



Velocidade inicial

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 0 = v_0 - 10 \cdot 3 \rightarrow 0 = v_0 - 30 \rightarrow v_0 = 30 \, m/s$$

Altura máxima

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

$$0^2 = 30^2 + 2 \cdot (-10) \cdot \Delta s \rightarrow 0 = 900 - 20 \cdot \Delta s \rightarrow 20 \cdot \Delta s = 900$$

$$20 \cdot \Delta s = 900 \rightarrow \Delta s = \frac{900}{20} \rightarrow \Delta s = 45 \, m$$

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

4ª lista de exercício.

(Movimento vertical no vácuo)

1- Um móvel é atirado verticalmente para cima, a partir do solo, com velocidade inicial de 50 *m/s*. Despreze a resistência do ar e adote $g = 10\ m/s^2$. Determine:
   a) As funções horarias do movimento;
   b) O tempo de subida, isto é, o tempo para atingir a altura máxima;
   c) A altura máxima;
   d) Em $t = 6\ s$, contados a partir do instante de lançamento, o espaço do móvel e o sentido do movimento;
   e) O instante e a velocidade escalar quando o móvel atinge o solo.

2- Abandona-se uma pedra do alto de um edifício e esta atinge o solo 4 *s* depois. Adote $g = 10\ m/s^2$ e despreze a resistência do ar. Determine:
   a) A altura do edifício;
   b) O módulo da velocidade da pedra quando atinge o solo.

3- Dois móveis A e B são lançados verticalmente para cima, com a mesma velocidade inicial de 15 *m/s*, do mesmo ponto. O Móvel A é lançado no instante $t = 0\ s$ e o móvel B é lançado 2 *s* depois. Determine, a contar do ponto de lançamento, a posição e o instante do encontro dos móveis. Adote $g = 10\ m/s^2$ e despreze a resistência do ar.

4- Uma pedra A é lançada verticalmente para cima a partir do solo, com velocidade de 40 *m*/s. Simultaneamente, na mesma vertical, outra pedra B é abandonada a partir do alto de um edifício com 80 m de altura. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10\ m/s^2$ para a aceleração da gravidade, determine:
   a) O instante em que as pedras colidem;
   b) A altura, relativamente ao solo, em que ocorre a colisão.

5- Do topo de um edifício, a 20 *m* do solo, atira-se um corpo verticalmente para cima com velocidade inicial de 10 *m/s*. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10\ m/s^2$, determine:
   a) O tempo de subida do corpo;
   b) O Tempo de chegada ao solo;
   c) A altura máxima.

6- De um andar de um edifício em construção caiu um tijolo, a partir do repouso, que atingiu o solo 2 *s* depois (dado $g = 10\ m/s^2$). Desprezando a resistência do ar, calcule:
   a) A altura do andar de onde caiu o tijolo;
   b) A velocidade escalar do tijolo quando atingiu o solo.

7- Calcule a relação entre as alturas atingidas por dois corpos lançados verticalmente com velocidades iniciais iguais, um na terra, outro na lua. Sabe -se que a aceleração da gravidade na terra é 6 vezes maior do que na lua. Desprezam-se as resistências opostas aos movimentos.

8- Dois corpos são lançados verticalmente para cima do mesmo ponto e com velocidades iniciais iguais a 30 *m/s*. O segundo corpo é lançado 3 *s* depois do primeiro. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10\ m/s^2$, determine:
   a) O Instante e a posição do encontro;
   b) As velocidades dos corpos no instante do encontro.

9- Um corpo é abandonado de uma altura de 45 *m*. Considere $g = 10\ m/s^2$, despreze a resistência do ar e determine o intervalo de tempo para percorrer os últimos 25 *m*.

10- Um móvel é abandonado em queda livre percorrendo, a partir do repouso, uma distância d durante o primeiro segundo de movimento. Durante o terceiro segundo de movimentos esse móvel percorre uma distância:

a) $\sqrt{3}$ d	b) 3 d	c) 5 d	d) 7 d	e) 9 d

FORÇA E LEIS DE NEWTON

Força

Das experiências do dia a dia é possível ter uma compreensão básica do conceito de força. Quando um corpo é puxado ou empurrado, uma força está sendo exercida sobre ele, da mesma forma quando uma bola é chutada ou uma mola puxada. No cotidiano a palavra força está associada ao resultado da atividade muscular e alguma mudança no estado de movimento de um corpo. Forças nem sempre geram movimento em um corpo. Por exemplo, quando uma pessoa está sentada em uma cadeira na sua sala de estar, a força gravitacional age sobre o corpo dela, apesar disso ela permanece estacionada. Esta mesma pessoa pode empurrar um grande bloco de pedra e ainda assim não consegue movê-lo (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014).

Figura 30 - Uma força sendo aplicada a um carro.

Fonte: (ZETWE, 2018).

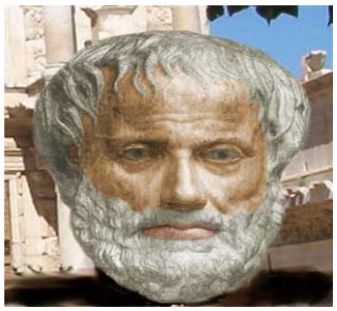
Pode-se restringir o conceito de força, às que causam uma mudança no movimento de um corpo. Uma mola sendo puxada irá alongar-se. Se ela está calibrada, a distância alongada pode ser utilizada para medir a intensidade da força, que ocasionou esta deformação.

As forças podem ser divididas em duas categorias, sendo forças de contato e forças de campo. Na primeira é preciso que haja um contato físico entre os corpos (no caso da mola), enquanto que na segunda não há contato físico entre os corpos, e um exemplo a força gravitacional que mantém a lua na órbita da terra. É essa força gravitacional que mantém os corpos ligados a terra, dando origem à força peso (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014).

1ª lei de Newton

Aristóteles acreditava que cada objeto possuía uma natureza própria, que era a combinação dos elementos (terra, ar, água e fogo) do qual ele era composto. Cada objeto tem o seu lugar apropriado no universo determinado por sua "natureza", dessa forma um tijolo cai por que é feito essencialmente de terra, um sinal de fumaça sobe por que é ar e uma pena apesar de ser uma composição de ar e terra, cai, pois, apresenta mais terra que ar embora sua queda seja mais lenta do que aquela apresentada pelo tijolo. Sendo assim era claro que os corpos caiam com rapidez proporcional a seus pesos, quanto mais pesados mais rápido caiam. Para os movimentos celestes sua explicação é que os astros eram esferas perfeitas feitas de substâncias também perfeitas e imutáveis e que obedeciam a leis próprias. Além da natureza do objeto Aristóteles também afirmava que o movimento podia acontecer devido a uma força externa através de puxões ou empurrões, mas em essência sua teoria defendia que o repouso era o estado normal das coisas exceção claro aos corpos celestes (HEWITT, 2015).

Figura 31- Aristóteles.

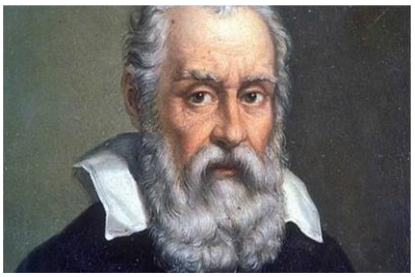


Fonte: (CABRAL, 2018).

A concepção aristotélica de uma terra estática persistiu por quase 2000 mil anos quando Nicolau Copérnico com sua teoria heliocentrista demonstra que o sol é o centro do sistema solar e a terra gira em sua órbita e não o contrário. Mas as concepções falsas de Aristóteles só vieram abaixo com Galileu que demonstrou experimentalmente que a rapidez com que um objeto cai independe de sua massa. Se para Aristóteles o movimento só era possível através de puxões ou empurrões, Galileu negava afirmando que se não houvesse interferência sobre um objeto móvel, este deveria mover-se em linha reta para sempre; nenhum empurrão, puxão ou qualquer tipo de força era necessária para isso. A diferença fundamental entre esses dois pensadores é que o primeiro não imaginava um meio que não fosse resistivo e o segundo supunha até a existência de um vácuo perfeito.

Galileu através de seus experimentos e observações refutou a ideia de que o estado normal de um objeto é o repouso. Para isso foi fundamental imaginar um meio onde não houvesse a resistência alguma, de onde então se podia concluir que um objeto poderia continuar em movimento eterno caso não houvesse nenhuma força agindo sobre ele e a esta propriedade ele chamou de inércia.

Figura 32 - Galileu Galilei.



Fonte: (Almeida, 2016).

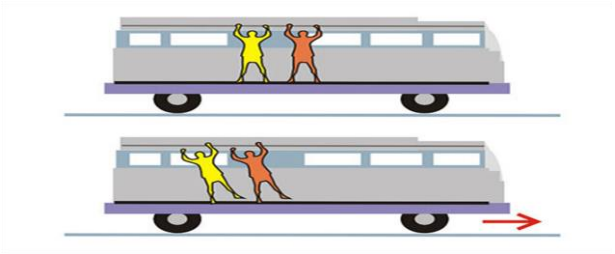
Alguns meses após a morte de Galileu nasce em 1642, Isaac Newton e quando este chega aos 23 anos ele desenvolve suas famosas três leis do movimento suplantando toda teoria aristotélica que ainda pudesse existir. A primeira lei de Newton, convenientemente chamada de lei da inércia não é outra coisa senão o princípio da inércia descrito por Galileu só que dito de maneira mais refinada (HEWITT, 2015).

Figura 33 - Isaac Newton.

Fonte: (WILSON, 2017).

A lei da inércia é a resistência que os corpos oferecem a qualquer alteração em sua velocidade e originalmente assim foi descrito: Todo objeto permanece em seu estado de repouso ou de rapidez uniforme em uma linha reta a menos que uma força resultante não nula seja exercida sobre ele. Numa situação clássica dos passageiros que viaja em pé em um ônibus quando este se movimenta de um ponto a outro da cidade a uma determinada velocidade. No início do movimento, quando o ônibus inicia o movimento de repente, os passageiros são arremessados para trás devido ao princípio definido pela lei da inércia, ou seja, eles estavam em repouso e a tendência era permanecerem em repouso. A figura 34 ilustra esta situação.

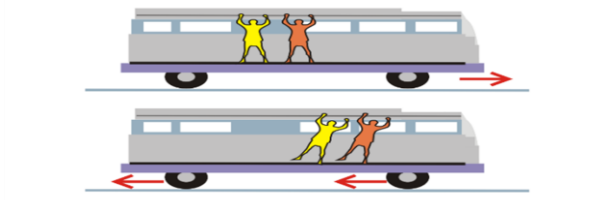
Figura 34 - Quando o ônibus acelera os passageiros são lançados para trás.



Fonte: FERRARO, 2012.

Entretanto, se os passageiros estiverem no ônibus em movimento, os mesmos serão arremessados para frente assim que o ônibus parar de repente, pois estavam em movimento e a tendência era permanecer em movimento.

Figura 35 - Quando o ônibus freia, os passageiros sãos lançado para frente.

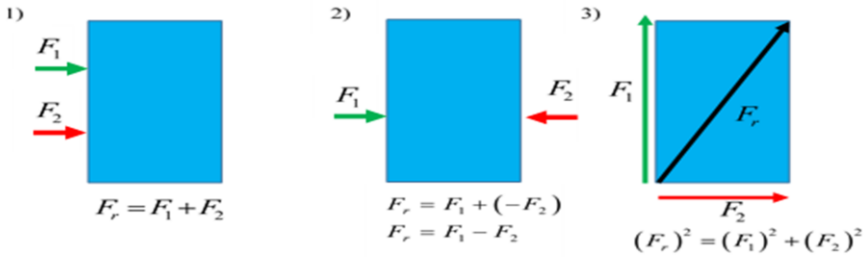


Fonte: FERRARO, 2012.

2ª lei de Newton

Quaisquer variações que possam ocorrer no movimento será consequência direta da ação de uma força ou da combinação de várias forças. De modo mais simplório uma força é um puxão ou empurrão e sua origem pode ser gravitacional, elétrica, magnética ou um esforço muscular. Quando mais de uma força age sobre um corpo, levar-se-á em conta a força resultante (HEWITT, 2015). A figura 36 mostra como as forças se combinam para produzir uma força resultante. Quando as forças atuam no mesmo sentido elas se somam e quando elas atuam em sentido contrários elas se subtraem para encontrar a força resultante. Em situações onde as forças atuam em várias direções usa-se a lei dos cossenos.

Figura 17 - Forças resultantes.



Fonte própria.

As forças são sempre representadas por setas, uma vez que elas representam um vetor, e estes possuem uma direção, um sentido, e um módulo. Grandezas que necessitam de um módulo, uma direção e um sentido são chamadas de grandezas vetoriais, aquelas que necessitam apenas de seu modulo é chamada de grandezas escalares.

Newton foi o primeiro a descobrir a relação entre os conceitos físicos básicos – aceleração, força e massa. E sua segunda lei é a descrição desta importante relação: A aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante atuando sobre ele; tem o mesmo sentido que essa força e é inversamente proporcional à massa do objeto (HEWITT, 2015, pág. 63). Ou de forma mais simplificada, a força resultante que age sobre um objeto é igual ao produto da massa do objeto pela sua aceleração. A equação 2.21 é o modelo matemático da segunda lei de Newton (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

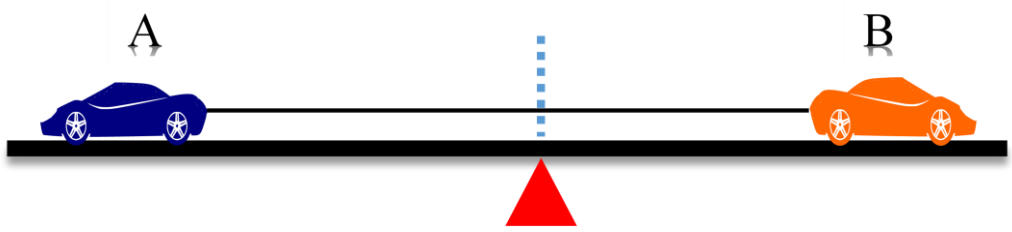
$$\vec{F}r = m \cdot \vec{a} \qquad (2.21)$$

A unidade de força no SI é o newton (*N*) que pode ser definido a partir da equação 2.48, considerando as unidades de massa, comprimento e tempo do próprio SI. Imagine um bloco de massa 1 kg sendo sujeito a uma aceleração constante de1 m/s^2, por definição a força que provocou essa aceleração corresponde a 1*N*.

3ª lei de Newton

Dois corpos interagem quando empurram ou puxam um ao outro, ou seja, quando cada um exerce uma força sobre o outro. Nesse processo de interação há sempre um par de forças, uma de ação outra de reação. Este par ação e reação podem ser facilmente visualizados no tradicional jogo de cabo de guerra aqui modernamente representado por dois carros onde cada carro puxa um cabo para o lado que lhe garanta a vitória. Na figura 37 o carro A puxa o cabo para a esquerda (ação ou reação) e o carro B puxa para a direita (reação ou ação).

Figura 37 - Par ação e reação.

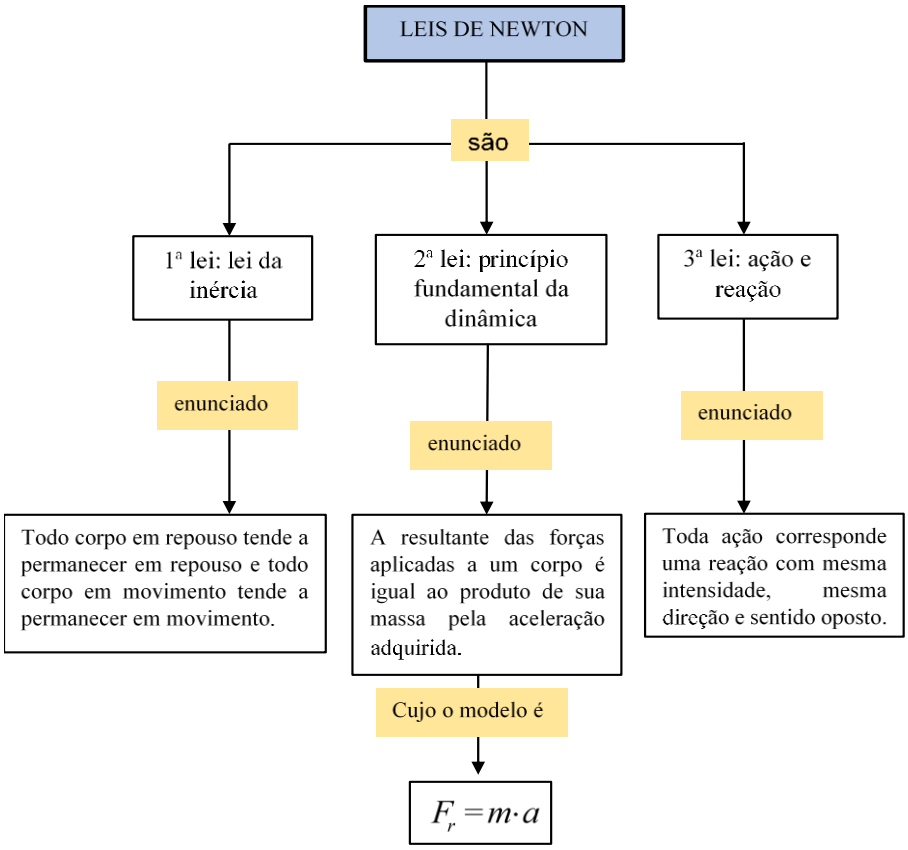


Fonte própria.

A terceira lei de Newton estabelece que (HEWITT, Pág. 76, 2015): Sempre que um objeto exerce uma força sobre outro objeto, este exerce uma força igual e oposta sobre o primeiro. No caso do cabo de guerra, chamando a força efetuada pela equipe A de F_A e de F_B a força efetuada pela equipe B, pode-se representar essa lei como a relação escalar $F_A = F_B$ (com módulos iguais) ou pensando de forma vetorial $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$ (módulos iguais e os sentidos são diferentes).

Na figura 38 um possível mapa conceitual para as leis de Newton bem como o modelo matemático para a segunda lei:

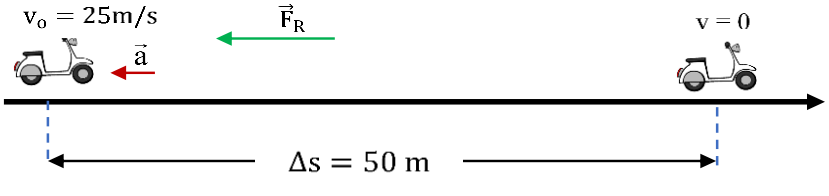
Figura 38 - As leis de Newton.



Fonte própria.

Exemplo 1-Marcela, dirigindo a sua moto a 90 km/h, aciona o freio e percorre 50 m até parar. Sabendo que a massa do conjunto (Marcela + moto) é 120 kg, determine: (a) a aceleração do conjunto; (b) a força resultante que para a moto.

$$v_0 = 90\frac{km}{h} \rightarrow v_0 = 90\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1000m}{1\cancel{km}} \cdot \frac{1\cancel{h}}{3600\cancel{s}} = \frac{900m}{36s} \rightarrow v_0 = 25\,m/s$$

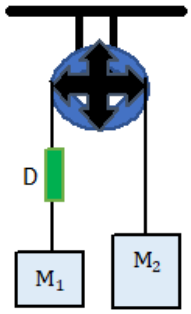


$(a)\, v_2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \rightarrow 0^2 = 25^2 + 2 \cdot a \cdot 50 \rightarrow 100 \cdot a = -625 \rightarrow a = -6{,}25\, m/s^2$

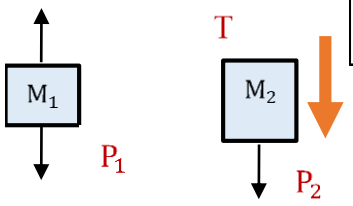
$(b)\, Fr = m \cdot a \rightarrow Fr = 120 \cdot (-6{,}25) \rightarrow Fr = -750\, N$

A força resultante e a aceleração apresentam a mesma direção e o mesmo sentido, de acordo com a 2ª lei de Newton. O sinal negativo que as antecede indica que ambas têm sentido contrário ao movimento.

Exemplo 2 –Na figura o corpo M_1 tem massa 6 kg, o corpo M_2 tem massa 10 kg, a polia sem atrito tem massa desprezível. Calcule a indicação do dinamômetro D quando o sistema entrar em movimento. (adote g = 10 m/s²).



$p_1 = m \cdot g = 6 \cdot 10 = 60\, N\, ;\, p_2 = m \cdot g = 10 \cdot 10 = 100\, N$



Como $p_2 > p_1$, o corpo 2 desce e o corpo 1 sobe.

$P_2 - T = M_2 \cdot a$

$T - P_1 = M_1 \cdot a$

$\rightarrow$

$100 - T = 10 \cdot a$

$T - 60 = 6 \cdot a$

$40 = 16 \cdot a$

$40 = 16 \cdot a \rightarrow a = 2{,}5\, m/s^2$

$T - 60 = 6 \cdot 2{,}5 \rightarrow T = 60 + 15 \rightarrow T = 75\, N$

O dinamômetro D indica a intensidade da tração $\vec{T}$, então D = $\vec{T}$.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

POLO DE JI-PARANÁ

CURSO DE NIVELAMENTO EM MECÂNICA E MATEMÁTICA BÁSICA

5ª lista de exercício.

(As leis de Newton)

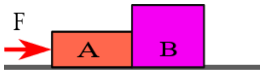
1- Um ponto material de massa igual a 2 kg parte do repouso sob a ação de uma força constante de intensidade 6 N, que atua durante 10 s, após os quais deixa de existir. Determine:
   a) A aceleração nos 10 s iniciais;
   b) A velocidade ao fim de 10 s

2- Uma partícula de massa 0,50 kg realiza um movimento retilíneo uniformemente variado. Num percurso de 4,0 m sua velocidade varia de 3,0 m/s a 5,0 m/s. Qual é o módulo da força resultante que age sobre a partícula?

3- Determine a aceleração de um bloco de massa 2 kg e que desliza, num plano horizontal sem atrito, nas situações indicadas abaixo:
   a) Uma força de 10 N atuando para a direita do bloco.
   b) uma força de 10 N atuando para a direita e outra de 4 N para a esquerda.

4- Submete-se um corpo de massa igual a 5000 kg à ação de uma força constante que, a partir do repouso, lhe imprime a velocidade de 72 km/h, ao fim de 40 s. Determine:
   a) A intensidade da força;
   b) O espaço percorrido.

5- Qual é o valor, em newtons, da força média necessária para fazer parar, num percurso de 20 m, um automóvel de 1,5. 10^3 kg a uma velocidade de 72 km/h.

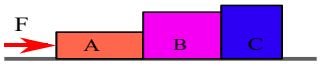


6- Um astronauta, utilizando um dinamômetro, determina o peso de um corpo na Terra e na Lua, encontrando os valores 4,9 N e 0,80 N, respectivamente. Sendo a aceleração da gravidade na superfície da Terra 9,8 m/s², determine:
   a) A massa do corpo;
   b) A aceleração da gravidade na superfície da lua.

7- Dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 2 Kg e 3 Kg, estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. Uma força horizontal $\vec{F}$, de intensidade constante F = 10 N, é aplicada no bloco A. Determine:
   a) A aceleração adquirida pelo conjunto;

b) A intensidade da força que A aplica em B.

8- Três corpos A, B e C de massas $m_A = 1$ Kg, $m_B = 3$ Kg e $m_C = 6$ Kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. A força horizontal $\vec{F}$, de intensidade constante F = 5N, é aplicada ao primeiro bloco A. Determine:

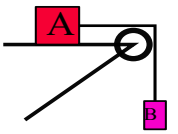


a) A aceleração adquirida pelo conjunto;
b) A intensidade da força que A exerce em B;
c) A intensidade da força que B exerce em C.

9- Dois corpos A e B de massas iguais a $m_A = 2$ Kg e $m_B = 4$ Kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. O fio que liga A e B é ideia, isto é, de massa desprezível e inextensível. A força horizontal $\vec{F}$ tem intensidade igual a 12 N, constante. Determine:

a) A aceleração do sistema;
b) A intensidade da força de tração do fio;

10- Os corpos A e B da figura têm massas respectivamente iguais a $m_A = 6$ Kg e $m_B = 2$ Kg. O plano de apoio é perfeitamente liso e o fio é inextensível e de peso desprezível. Não há atrito entre o fio e a polia, considerada sem inércia. Adote g= 10 m/s². determine a aceleração do conjunto e a tração do fio.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Giovane. **7 curiosidades sobre Galileu Galilei.** 2016. Disponível em: <https://ciencianautas.com/7-curiosidades-sobre-galileu-galilei/>. Acesso em: 08 set. 2018.

BAIMA, Cesar. **Quilo poderá ganhar um novo padrão de medida hoje.** 2018. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/quilo-podera-ganhar-um-novo-padrao-de-medida-hoje-23237964>. Acesso em: 16 nov. 2018.

BBC (Org.). **Por que em 2019 1 kg já não pesará 1 kg.** Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-41789539>. Acesso em: 25 abr. 2018

CABRAL, João Francisco Pereira. **"Aristóteles e a educação";** *Brasil Escola*. Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/filosofia/aristoteles-educacao.htm>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

DIEGO NETO,. **Aula 3 - Lançamentos.** 2018. Disponível em: <http://noic.com.br/materiais-fisica/curso/teorico/aula-3-fisica/>. Acesso em: 25 ago. 2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J.. **Fundamentos de Física: Mecânica - Vol. 1.** 10. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2016. 372 p.

HEWITT, Paul G.. **Física Conceitual.** 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 781 p.

JEWETT JUNIOR, John W.; SERWAY, Raymond A. **Física Para Cientistas e Engenheiros Vol. 1: Mecânica – Tradução da 8ª edição norte-americana.** São Paulo: Cengage Learning, 2012. 488 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.** 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **O Que é Afinal Aprendizagem Significativa?.** 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

PAULA, Camila (Org.). **Comece bem o ano aprendendo Movimento Uniforme!** 2016. Disponível em: <https://descomplica.com.br/blog/fisica/resumo-movimento-uniforme/>. Acesso em: 25 jul. 2018.

WILSON, A.N.. **One of the most sensational scoops of recent times: Priest of Nature reviewed.** 2017. Disponível em: <https://www.spectator.co.uk/2017/09/isaac-newton-was-a-fierce-critic-of-the-trinitarian-corruption-of-christianity-priest-of-nature-reviewed/>. Acesso em: 09 out. 2018.

ZETWE. **Depositphotos.** 2014. Disponível em: <https://pt.depositphotos.com/51441797/stock-illustration-pushing-a-car.html>. Acesso eet. 2018