



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

ROGÉRIO OLIVEIRA SILVA

**A UTILIZAÇÃO DE UM MATERIAL INSTRUCIONAL BASEADO
NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
PARA APRENDIZES-MARINHEIROS: UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO
MOVIMENTO DOS CORPOS**

**VITÓRIA
2015**

ROGÉRIO OLIVEIRA SILVA

**A UTILIZAÇÃO DE UM MATERIAL INSTRUCIONAL BASEADO
NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
PARA APRENDIZES-MARINHEIROS: UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO
MOVIMENTO DOS CORPOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof^o Dr^o Giuseppe Camiletti.

**VITÓRIA
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

S586u Silva, Rogério Oliveira, 1972-
A utilização de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa para aprendizes-marinheiros : uma introdução ao estudo do movimento dos corpos / Rogério Oliveira Silva. – 2015.
263 f. : il.

Orientador: Giuseppe Camiletti.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Exatas.

1. Material didático. 2. Estudo do movimento. 3. Educação -
Métodos experimentais. 4. Física - Estudo e ensino. 5.
Aprendizagem significativa. I. Camiletti, Giuseppe Gava, 1976-. II.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Exatas. III. Título.

CDU: 53



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA


Rogério Oliveira Silva

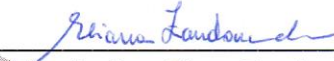
**A UTILIZAÇÃO DE UM MATERIAL INSTRUCIONAL BASEADO NA
TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA APRENDIZES-
MARINHEIROS: UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO
MOVIMENTOS DOS CORPOS**

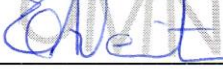
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 19 de Maio de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. Giuseppe Camiletti
Universidade Federal do Espírito Santo


Profa. Dra. Eliana Zandonade
Instituto Federal do Espírito Santo


Profa. Dra. Eliane Angela Veit
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A Flavia e Beatriz, razões do meu viver.

A Zumar e Odilon, que me educaram para a vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Em especial ao meu irmão ROBSON OLIVEIRA SILVA (*in Memoriam*), que nos deixou durante o desenvolvimento deste mestrado, pela amizade e pelo incentivo no início da minha formação profissional.

Ao meu orientador, Professor GIUSEPPI GAVA CAMILETTI pela paciência, apoio, compreensão, incentivo na orientação, e, ainda, pela amizade que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

A minha esposa FLAVIA COTTA PACHECO OLIVEIRA e minha filha que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A minha mãe ZUMAR DE OLIVEIRA ALVES, ao meu pai ODILON ALVES DA SILVA e aos meus irmãos pela capacidade de acreditarem e investirem em meus estudos.

Ao professor e coordenador do curso LAÉRCIO FERRACIOLLI, pelo convívio, ensinamentos, comprometimento e exemplo como profissional.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física - PPGEnFis da Universidade Federal do Espírito Santo, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus amigos e professores da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo pelo apoio, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas.

A professora AURENI MAGALHÃES que pela generosidade tanto me incentivou e contribuiu com revisão linguística-gramatical realizada nos questionários, pré-testes, pós-testes, avaliação escrita curricular.

A prima e professora PENHA SOUZA SILVA pelas conversas enriquecedoras sobre o ensino e pelas valiosas contribuições para o anteprojeto de pesquisa e para o desenvolvimento dessa dissertação.

Aos profissionais do Laboratório de Estatística da Universidade Federal do Espírito Santo (Lestat), em particular a professora ELIANA ZANDONADE e a aluna BRUNA CAMPOS LYRIO pela colaboração na análise dos dados dessa dissertação.

Aos meus alunos da Turma GOLF da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo, que foram primordiais para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos os colegas da turma do Mestrado, principalmente a ALINE COSTALONGA GAMA e a RAMON TEODORO DO PRADO por aconselharem, lerem, corrigirem meus textos, e por participarem comigo em vários encontros/seminários.

A ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO por permitir uma flexibilização dos meus horários de trabalho tão necessária ao desenvolvimento dessa pesquisa. Com vocês, familiares e amigos, divido a alegria desta experiência.

EPÍGRAFE

“A persistência é o menor caminho do êxito”.
Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho relata a aplicação de um Material Instrucional (MI) abordando conceitos relacionados ao movimento dos corpos, utilizando elementos do contexto naval e a avaliação do impacto na aprendizagem de um grupo de 22 alunos do Apoio Escolar da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo. O Material Instrucional foi elaborado com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e nas orientações para elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram: o Pré e Pós-teste, Mapas Conceituais, perguntas presentes ao longo do Material Instrucional, “Estado de Humor” dos alunos, Diário de Bordo realizado pelo professor/mestrando, Questionário de Opinião e Entrevista com os alunos. O delineamento escolhido para o trabalho foi o do tipo experimental e a análise dos dados teve enfoque principalmente quantitativo. Os resultados dos testes estatísticos apontaram que o MI elaborado contribuiu para a melhoria do rendimento no Pós-teste dos alunos do Grupo Experimental em relação do Grupo Controle (p -valor = 0,003). A análise qualitativa dos Mapas Conceituais Finais apontou que, de acordo com os critérios utilizados para a sua classificação, houve uma melhora na representação dos conceitos centrais para a compreensão do fenômeno do movimento. Já a análise quantitativa comprovou que a Qualidade nos Mapas Conceituais Finais está estatisticamente associada com o rendimento dos alunos no Pós-teste (p -valor= 0,040). Assim, sugere-se que o uso de Mapas Conceituais também pode ser um bom instrumento de avaliação da aprendizagem dos conceitos relacionados ao movimento dos corpos. A utilização das perguntas contidas no MI possibilitou momentos de discussões individuais e com toda a turma e promoveu a Negociação de Significados dos conceitos abordados. Os resultados obtidos pelo Questionário de Opinião e pela Entrevista indicaram que o uso dos Experimentos, de Vídeos/Filmes e da Simulação Computacional apresentaram contribuições efetivas para despertar o interesse do assunto abordado no MI. Os resultados do trabalho se complementaram e indicaram o êxito do MI elaborado com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa para introduzir os conceitos relacionados ao movimento dos corpos para os Aprendizes-Marinheiros.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, Movimento dos Corpos, Material Instrucional, Delineamento Experimental.

ABSTRACT

This research endeavour aimed at applying an Instructional Material (IM) which approaches Movement of the Bodies concepts, using naval environment elements, as well as evaluating the learning impact on a group of 22 Remedial Classes students of Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo. The Instructional Material was based on the assumptions of the Meaningful Learning Theory and on the guidance for elaboration of Potentially Meaningful Teaching Units. The instruments used for data collection were: Pre and Post-tests, Conceptual Maps, Open Questions throughout the Instructional Material, "Students' Mood", teacher's diary, Opinion Questionnaire, and Interview with students. The design chosen for the research was experimental and the data analysis was mainly quantitative. The results of statistics tests revealed that the elaborated IM had a positive impact on the performance in the Post-test of the Experimental Group students compared to the Control Group ($p\text{-valor} = 0,003$). According to the criteria used for its classification, the qualitative analysis of Final Conceptual Maps revealed an improvement on the representation of central concepts to understand the Movement phenomenon. The quantitative analysis found that the Quality of Final Conceptual Maps is statistically correlated with the students' results in the Post-test ($p\text{-valor} = 0,040$). The results suggested that the use of Conceptual Maps may be also a reliable instrument for learning evaluation of concepts related to Movement of the Bodies. The use of Open Questions throughout the IM allowed both individual and group discussion and promoted the Negotiation of Meaning of the approached concepts. The results of both the Opinion Questionnaire and the Interviews, revealed that the use of Experiments, Videos/Films and Simulations effectively contributed to raise students' interest in the IM approached topic. The results were complementary and pointed out the success of the IM elaborated based on the assumptions of the Meaningful Learning Theory to introduce the Movement of Bodies concepts for the Seaman-Apprentice.

Key Words: Meaningful Learning, Potentially Meaningful Teaching Units, Movement of the Bodies, Instructional Material, Experimental Design.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – Referencial Teórico

Tabela 2.0	<i>Resultado da pesquisa on-line de artigos e dissertações sobre AS e sobre as UEPS.....</i>	25
------------	--	----

CAPÍTULO 3 – Metodologia

Tabela 3.1	<i>Número de alunos por Companhia do Apoio Escolar na disciplina Física.....</i>	39
------------	--	----

CAPÍTULO 4 - Análise de Dados

Tabela 4.1	<i>Análise dos desempenhos no Pré e do Pós-teste, dentro de cada um dos grupos (Teste de Wilcoxon).....</i>	70
Tabela 4.2	<i>Análise dos desempenhos no Pré e no Pós-teste do grupo Experimental e Controle (Teste de Mann-Whitney).....</i>	72
Tabela 4.3	<i>Percentual de acertos por questão do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) nos Grupos Controle e Experimental.....</i>	74
Tabela 4.4	<i>Resultado da Classificação dos Mapas Conceitual elaborados pelos alunos do Grupo Experimental, de acordo com os critérios propostos por Mendonça (2012).....</i>	77
Tabela 4.5	<i>Número Mapas Conceituais explicados.....</i>	81
Tabela 4.6	<i>Comparação dos Critérios Quantitativos entre os MC Inicial e Final. Para o cálculo da diferença percentual, foi considerado o menor valor entre eles como referência (100%).....</i>	83
Tabela 4.7	<i>Mudanças dos Mapas quanto a Hierarquia Conceitual (HC).....</i>	85

Tabela 4.8:	<i>Resultado da análise do teste Kappa.....</i>	85
Tabela 4.9:	<i>Descritivas e Análise de Variância.....</i>	86
Tabela 4.10	<i>Mudanças nos Mapas quanto a Qualidade do Mapa (QM).....</i>	87
Tabela 4.11	<i>Resultado da análise do teste Kappa.....</i>	88
Tabela 4.12	<i>Descritivas e Análise de Variância.....</i>	88
Tabela 4.13	<i>Comparação do Total de conceitos considerados relevantes presentes nos MC Inicial e no Final.....</i>	90
Tabela 4.14	<i>Relação entre as notas de cada questão do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) com a Média Aritmética de acertos do Grupo de perguntas presentes no MI.....</i>	96
Tabela 4.15	<i>Descritiva e Teste de Mann-Whitney.....</i>	97
Tabela 4.16	<i>Percentual médio de indicação do “Estado de Humor” dos alunos ao longo das perguntas presentes no MI (Grupo Experimental).....</i>	99
Tabela 4.17	<i>Classificação do Mapa Conceitual Inicial e Final elaborado por cada aluno e a indicação “Estado de Humor” do aluno em cada Mapa (Grupo Experimental).....</i>	100
Tabela 4.18	<i>“Estado de Humor” dos alunos durante a realização dos Mapas Conceitual Inicial e Final.....</i>	101
Tabela 4.19	<i>Valores do teste Kappa.....</i>	101
Tabela 4.19	<i>Coeficiente de Correlação de Spearman.....</i>	103
Tabela 4.20	<i>Questionário de levantamento de opinião dos alunos e percentual de respostas de cada pergunta.....</i>	109

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3 – Metodologia

Quadro 3.1	<i>Detalhamento do conteúdo de Mecânica do currículo adotado pela EAMES.....</i>	44
Quadro 3.2	<i>Plano de Ensino.....</i>	45
Quadro 3.3	<i>Atividades realizadas, utilizando o MI, na disciplina Física no grupo experimento.....</i>	47
Quadro 3.4	<i>Categorias de análise da Hierarquia Conceitual, estabelecidas por Mendonça (2012).....</i>	55
Quadro 3.5	<i>Categorias de Análise da Qualidade do MC, estabelecidas por Mendonça (2012).....</i>	55
Quadro 3.6	<i>Critérios quantitativos utilizados para a classificação dos MC.....</i>	56
Quadro 3.7	<i>Categorias para análise das Respostas e na Correção dadas às questões presentes no MI.....</i>	58

CAPÍTULO 4 - Análise de Dados

Quadro 4.1	<i>Relação das questões do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) e o conteúdo presente no Material Instrucional.....</i>	69
Quadro 4.2	<i>Relação entre as questões do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) e o conteúdo com as Perguntas presente no MI.....</i>	95
Quadro 4.3	<i>Categorias para análise do “Estado de Humor” dos alunos presentes nas presentes no MI.....</i>	99

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - Referencial Teórico

Figura 2.0	<i>Uma visão esquemática do contínuo de aprendizagem significativa- aprendizagem mecânica.....</i>	8
------------	--	---

CAPÍTULO 3 - Metodologia

Figura 3.5	<i>Indicação do “Estado de Humor” dos alunos antes de responderem as perguntas no MI.....</i>	59
------------	---	----

CAPÍTULO 4 – Análise de Dados

Figura 4.1	<i>Diagramas em caixa que comparam as notas obtidas pelos alunos no Pós e o Pré-teste para o grupo Experimental e Controle.....</i>	71
Figura 4.2	<i>Mapa Conceitual Inicial elaborado pelo aluno A11.....</i>	78
Figura 4.3	<i>Mapa Conceitual Final elaborado pelo aluno A11.....</i>	79
Figura 4.4	<i>Mapa Conceitual Inicial elaborado pelo aluno A5.....</i>	91
Figura 4.5	<i>Mapa Conceitual Final elaborado pelo aluno A5.....</i>	92
Figura 4.6	<i>Mapa Conceitual Inicial elaborado pelo aluno A8.....</i>	92
Figura 4.7	<i>Mapa Conceitual Final elaborado pelo aluno A8.....</i>	93
Figura 4.8	<i>Indicação do “Estado de Humor” dos alunos antes de responderem as perguntas no MI.....</i>	99
Figura 4.5	<i>Diagrama de Dispersão do Percentual de Respostas Corretas (Adequadas) das perguntas no MI versus a soma dos percentuais de “Estados de Humor” “Feliz” (1) com o “Nem Feliz/Nem Triste” (2).....</i>	102

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 4 - Análise de Dados

Gráfico 4.1	Comparação da Hierarquia Conceitual dos MC Iniciais e Finais elaborados pelos alunos do grupo Experimental.....	84
Gráfico 4.2	Comparação da Qualidade dos MC Iniciais e Finais elaborados pelos alunos do Grupo Experimental.....	87
Gráfico 4.3	Percentual de Respostas e de Correções dos alunos das perguntas presentes no MI.....	94
Gráfico 4.4	Percentual relativo aos Recursos Instrucionais apresentados no MI..	119
Gráficos 4.5	Destaques positivos e negativos do MI.....	121
Gráfico 4.6	Opinião dos alunos quanto ao “Estado de Humor”	123

LISTA DE SIGLAS

- EAMES - Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo
C-FMN - Curso de Formação de Marinheiros para a Ativa
CPA - Corpo de Praças da Armada
EAMs - Escolas de Aprendizes-Marinheiros
DEnsM - Diretoria de Ensino da Marinha
EPEAM - Exame Padronizado das Escolas Aprendizes-Marinheiros
TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa
MI - Material Instrucional
UEPS - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
AS - Aprendizagem Significativa
AM - Aprendizagem Mecânica
MC - Mapa Conceitual
PEL - Pelotão
CIA - Companhia
SOP - Serviço de Orientação Educacional
DE - Departamento de Ensino
NOA - Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem

SUMÁRIO

Resumo.....	x
Abstract.....	xi
Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Quadros.....	xiii
Lista de Figuras.....	xiv
Lista de Gráficos.....	xv
Lista de Siglas.....	xvi
1 - Introdução.....	1
1.1 - A Organização da Dissertação.....	4
2 - Referencial Teórico.....	7
2.1 - A Teoria da Aprendizagem Significativa.....	7
2.1.1 - Material de Ensino Potencialmente Significativo.....	9
2.1.2 - Predisposição para Aprender.....	13
2.2 - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....	17
2.3 - Revisão de Literatura.....	21
3 - Metodologia.....	31
3.1 - Abordagens Qualitativa e Quantitativa.....	31
3.2 - Objetivos.....	33
3.3 - O Contexto do Estudo.....	33
3.4 - Sujeitos.....	38
3.5 - O Delineamento do trabalho.....	38
3.6 - O Material Instrucional.....	40
3.7 - A Aplicação do Material Instrucional.....	44
3.8 - Descrições dos Instrumentos de Coleta de Dados.....	52
3.8.1 - Pré-teste e Pós-Teste (Avaliação Somativa Individual).....	52
3.8.2 - Mapas Conceituais.....	54
3.8.3 - Perguntas Presentes no MI.....	57
3.8.4 - Indicação do “Estado de Humor” do aluno.....	58

3.8.5 - Diário de Bordo.....	59
3.8.6 - Questionário de Opinião.....	60
3.8.7 - Entrevistas com os alunos.....	60
3.9 - Técnicas de Análise de Dados.....	61
3.9.1- O teste de Wilcoxon.....	63
3.9.2- Teste U de Man-Whitney.....	63
3.9.3- Teste do Qui-quadrado.....	64
3.9.4- Teste Kappa.....	64
3.9.5- Análise de Variância (ANOVA).....	65
3.9.6- Correlações de Spearman.....	65
3.9.7- Teste do Kruskal-Wallis.....	65
3.10 - A Avaliação do Material Instrucional.....	66
3.11 - Questões Éticas.....	67
4 - Análise dos Dados.....	68
4.1 - Resultados do Pré e do Pós-teste.....	68
4.2 - Análises dos Mapas Conceituais.....	75
4.2.1 - Classificação dos Mapas Conceituais.....	77
4.2.2 - Discussão dos Resultados da classificação dos Mapas Conceituais....	82
4.3 - Respostas dadas pelos alunos às perguntas contidas no MI.....	93
4.4 - “Estado de Humor” dos alunos.....	99
4.5 - Diário de Bordo.....	104
4.6 - Questionário de Opinião.....	108
4.6.1- Textos apresentados ao longo do MI.....	111
4.6.2- Experimentos Demonstrativos.....	111
4.6.3- Vídeos e Filmes.....	112
4.6.4 - Simulações.....	113
4.6.5 - Situações do cotidiano.....	114
4.6.6 - Motivação dos alunos ao realizarem o Mapa Conceitual.....	114
4.6.7 - Outros aspectos que os alunos julgaram importantes.....	115
4.7 - Entrevista.....	116

5 - Conclusão.....	126
6 - Referências Bibliográficas.....	132
ANEXOS.....	135
APÊNDICES.....	139

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Desde o ano de 1998, quando comecei a lecionar na Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES), observei as dificuldades que os alunos do Curso de Formação de Marinheiros para a Ativa (C-FMN) possuíam para compreender os conteúdos abordados na Física e, principalmente, o fato de não saberem relacioná-los à prática profissional. Isso me fez refletir que essas dificuldades poderiam estar relacionadas ao modelo clássico de ensino literal e memorístico adotado pela Escola, aquele baseado apenas na memorização dos conteúdos que, após a cobrança nas avaliações, são rapidamente esquecidos. Esse ensino, na concepção de Moreira (2011d), tem se mostrado na prática como uma grande perda de tempo.

Os Marinheiros da Marinha do Brasil integram o chamado Corpo de Praças da Armada (CPA), cuja carreira inicia-se nas Escolas de Aprendizes-Marinheiros. No exercício da função, suas principais atribuições são: o guarnecimento dos navios e/ou aeronaves componentes da Marinha do Brasil; a execução de tarefas necessárias à manutenção e operação de equipamentos e sistemas; a conservação de compartimentos e o atendimento de serviços gerais e específicos de bordo. Além disso, de acordo com as necessidades da Marinha esses militares podem ser designados para o exercício de funções técnicas ou administrativas nas organizações militares que funcionam em terra.

Por meio de concurso público, os aprovados ingressam nas Escolas de Aprendizes-Marinheiros (EAMs), com idade entre 18 e 21 anos. Realizam um curso em regime de semi-internato, com duração de aproximadamente um ano. Estudam diversas disciplinas do Ensino Militar-Naval e do Ensino Básico, dentre elas, a Física.

A constituição curricular da disciplina Física segue as orientações da Diretoria de Ensino da Marinha (DEnsM), e tem como objetivos gerais: (1) aplicar os conceitos da Física na solução de problemas; e (2) relacionar os conhecimentos adquiridos na disciplina com a vida naval.

Cabe ressaltar que os ingressos possuem experiência de vida, trazendo consigo uma considerável quantidade de conhecimentos e diferentes visões do mundo que os cercam. Além disso, não lhes falta curiosidade de saber identificar elementos e fenômenos físicos presentes em seu cotidiano profissional, incluindo também a expectativa sobre o uso dos recursos tecnológicos que estarão a seu dispor nos navios da Marinha. Sendo assim, torna-se importante que o professor, durante o processo de ensino e aprendizagem, explore todo esse conhecimento anterior e essa curiosidade dos alunos.

Todavia, considerando-se os atuais avanços tecnológicos presentes nos navios utilizados pela Marinha do Brasil e o objetivo da disciplina Física (chamado de Sumário) adotado pela DEnsM surgiu um outro questionamento ao professor/mestrando: capacitar tecnicamente os futuros marinheiros, desenvolvendo neles um senso crítico a respeito da utilização dos conceitos físicos no cotidiano naval. E ainda, se o atual currículo e o modelo de abordagem dos conteúdos de Física adotados pelas Escolas de Aprendizes-Marinheiros atendem às habilidades e competências requeridas para o exercício da prática marinheira.

Os resultados obtidos nas três avaliações curriculares de Física realizadas ao longo do curso e no Exame Padronizado das Escolas Aprendizes-Marinheiros (EPEAM) indicam que não. A média das notas (4,8 em 10 pontos) obtida pelos alunos no EPEAM nos anos compreendidos entre 2002 e 2012 é considerada baixa, tanto pelos próprios professores da EAMES quanto pela DEnsM.

O EPEAM é um exame aplicado anualmente nas quatro escolas onde se realiza o C-FMN. Seus objetivos são definir a classificação final de todos os alunos e avaliar o ensino no referido Curso. Entretanto, o que se observa é que a média das notas obtidas na disciplina Física, nas quatro escolas, nos últimos dez anos, é de apenas 4,8, em 10,0 pontos possíveis. Esse fato sinaliza a necessidade de se buscar novas estratégias para o ensino de Física.

Além do baixo desempenho apresentado na disciplina em questão, outro fator que chama a atenção do professor/mestrando é a falta de interesse dos alunos pelo estudo

dos conteúdos propostos no decorrer do curso. Esse desinteresse pode estar relacionado às aulas puramente mecânicas, que muitas vezes não exploram a gama de recursos que podem ser destinados ao estímulo do estudo e à promoção do aprendizado.

Preocupada com esses baixos desempenhos e com o desinteresse dos alunos, a DEnsM vem promovendo diversas discussões e constantes avaliações curriculares, com a finalidade de oferecer subsídios para as reflexões que norteiam a proposta de uma reforma curricular de todas as disciplinas do Curso. Em se tratando de Física, essas discussões buscam principalmente adequar o conteúdo ministrado à prática marinheira.

No intuito de buscar meios para contribuir para a melhoria do ensino de Física na EAMES, o professor/mestrando iniciou uma procura por cursos na área de ensino no estado do Espírito Santo. Nesse ínterim, no ano de 2013 o professor/mestrando foi aprovado no curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo.

As disciplinas iniciais desse curso proporcionou um contato mais próximo com algumas Teorias de Aprendizagem existentes (Moreira, 2011a), possibilitando repensar e reestruturar a prática pedagógica adotada pelo professor/mestrando em sala de aula. Percebendo que para melhorar o rendimento e aumentar o interesse dos alunos para o conteúdo ministrado em Física, era necessária uma mudança na forma atual com que o conteúdo é abordado na referida disciplina. Visto que no modelo de ensino adotado, os conteúdos da Física que os futuros marinheiros necessitavam dominar eram apenas apresentados por meio de uma aula expositiva tradicional.

Buscando alterar de alguma maneira esse panorama, o professor/mestrando percebeu que dentre as várias Teorias de Aprendizagem existentes e estudadas nas aulas iniciais do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física era necessário utilizar uma teoria como balizamento do seu trabalho. Uma teoria que possibilite por meio de diferentes formas de abordagens aproximarem o conteúdo Física proposto pela DEnsM com o cotidiano naval dos futuros marinheiros.

Sendo assim, para embasar teoricamente e orientar os procedimentos a serem realizados durante as aulas, foi escolhida para o desenvolvimento desse trabalho em ensino a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta, em 1968, inicialmente por Ausubel (2003) e aprimorada pelas contribuições de vários pesquisadores nos quais

podemos citar alguns como, por exemplo: Novak (1984), Gowin (1984) e Moreira (2011b).

A TAS propõe procedimentos e intervenções que parecem ser mais adequados ao cotidiano da sala de aula e que, ao mesmo tempo, podem contribuir para modificar a forma com que os conteúdos físicos eram anteriormente por mim adotados. Nas minhas aulas o conteúdo a ser ensinado era oralmente apresentado aos alunos, a seguir era proposta à resolução de exercícios por meio de uma lista, os alunos a resolviam e se preparavam para uma prova ao final de cada capítulo.

Diferentemente do modelo de ensino que era adotado pelo professor/mestrando, numa abordagem utilizando a TAS como referencial, se ocorrer a Aprendizagem Significativa, a nova informação se relaciona de maneira relevante com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2011b). Isso implica que, antes de apresentar determinado conteúdo a ser ensinado, o professor deve procurar explorar a bagagem de conhecimentos que os alunos carregam acerca do mundo que os rodeia. A utilização dessa estratégia pode ser um veículo facilitador no processo da Aprendizagem Significativa.

Sendo assim, na busca de melhorias no rendimento dos alunos e no aumento do interesse pela disciplina Física no C-FMN elaboramos um Material Instrucional (MI), com base na Teoria da Aprendizagem Significativa, para ser aplicado em sala de aula abordando os conceitos e princípios da Física relacionados ao *Movimento dos Corpos*.

Avaliamos os impactos da aplicação em sala de aula do MI elaborado, investigando se o uso desse material é capaz de melhorar o rendimento e aumentar o interesse na disciplina de Física dos alunos da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo,

O embasamento teórico e metodológico que orientou o desenvolvimento deste trabalho em ensino, os procedimentos de coleta de dados, as análises realizadas, assim como os resultados obtidos foram registrados, organizados capítulos, e serão descritos na próxima sessão.

1.1 - A Organização da Dissertação

O presente capítulo tem como objetivo situar o leitor sobre a relevância, justificativa e propósitos deste trabalho de Mestrado.

Já o Capítulo 2, intitulado *Referencial Teórico*, apresenta além de uma síntese da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (2003), as orientações para a elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), de Moreira (2011d). Apresenta também uma síntese de alguns trabalhos de mestrado sobre a elaboração e aplicação de MIs, desenvolvidos com base na TAS.

O Capítulo 3, intitulado *Metodologia*, apresenta como foi realizada a investigação relacionada à aplicação do MI. Descreve a abordagem metodológica escolhida (Quantitativa), o contexto do estudo, os sujeitos, o delineamento que foi adotado (do tipo Experimental), o Material Instrucional, sua aplicação e avaliação, os instrumentos utilizados para a coleta de dados (Pré e Pós-teste, Mapas Conceituais, Perguntas presentes no MI, Questionário de Opinião, Entrevista e Diário de Bordo), e as técnicas de análise de dados.

No Capítulo 4, intitulado *Análise dos Dados*, apresenta os resultados e a análise dos dados obtidos durante o desenvolvimento do trabalho. Na primeira parte desse Capítulo, é realizada uma análise quantitativa por meio da comparação entre o desempenho obtido pelos alunos do Grupo Experimental e do Grupo Controle. Em seguida, foram analisados quantitativamente e qualitativamente os Mapas Conceituais desenvolvidos pelos alunos antes e depois da aplicação do MI. Foi analisado também o conteúdo das respostas das perguntas presentes ao longo do material. Por fim, são discutidas as anotações do Diário de Bordo do professor, o “Estado de Humor” dos alunos para a realização das tarefas (Perguntas do MI e elaboração dos Mapas Conceituais) e a Opinião dos estudantes sobre a implementação deste MI.

O Capítulo 5, intitulado *Considerações Finais*, busca responder à questão levantada neste trabalho em ensino e mostra as contribuições da aplicação de um MI baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Já o Capítulo 6 apresenta as Referências Bibliográficas utilizadas e os apêndices (Sumário e Projeto Específico de Física adotado na EAMES, Pré e Pós-teste, Questionário

de Opinião, Perguntas da Entrevista com os alunos e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

Por fim, é apresentado no Apêndice F o Material Instrucional elaborado para ensinar os princípios e conceitos relacionados ao *Movimento dos corpos* para os alunos do Curso de Formação de Marinheiros para a Ativa como sendo o produto final desta dissertação de mestrado.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são tecidas as considerações sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que embasa esta Dissertação de Mestrado. São apresentadas, também, as orientações para se elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS (MOREIRA, 2011d). Além disso, é apresentado uma Revisão de Literatura baseada em dissertações e artigos publicados, relacionadas à elaboração de Materiais Instrucionais a partir da TAS e sobre a utilização das UEPS no contexto da sala de aula.

2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa

O referencial teórico que orienta este trabalho é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que inspira uma ampla e complexa reflexão sobre o que é ensinar e aprender, estando embasada, primordialmente, na perspectiva do cognitivismo.

A Aprendizagem Significativa (AS) é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Esse processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica existente na estrutura cognitiva do indivíduo, a qual Ausubel (2003) define como subsunso¹. A AS ocorre quando a nova informação

¹ A palavra “subsunso” não existe em português; trata-se de uma tentativa de tornar semelhante ao português a palavra inglesa “subsumer”. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou, subordinador (MOREIRA, 2011a).

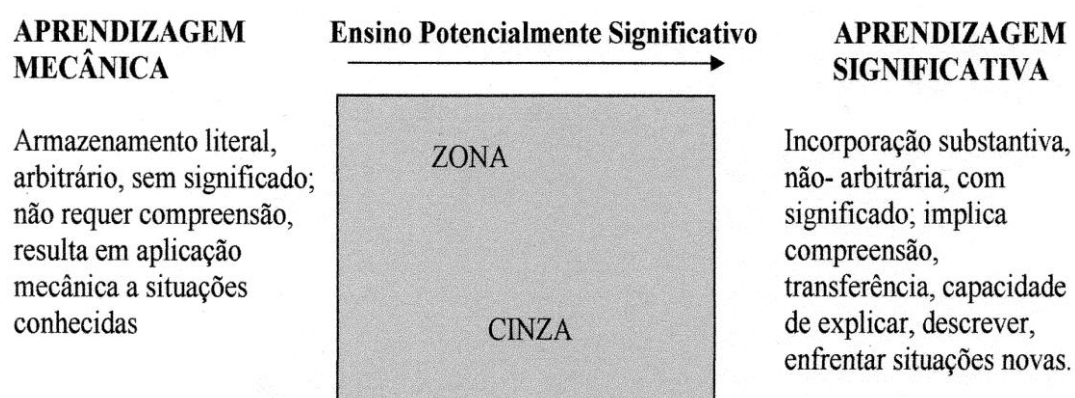
ancora-se em conceitos e proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Segundo Ausubel, o *subsunsor* ou *ideia-âncora* é a variável isolada mais importante para a Aprendizagem Significativa de novos conhecimentos e pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem.

Em oposição à Aprendizagem Significativa temos a Aprendizagem Mecânica (AM), que se caracteriza por uma aprendizagem memorística, sem significado, resultante de avaliações e procedimentos de ensino que a estimulam. Vale ressaltar que, para Moreira (2003b), a AS e a AM não são dicotômicas, mas permeiam um contínuo por uma zona “cinza”, de progressividade. Sendo assim, caso o professor ensine de modo potencialmente significativo, ajudará ao aluno, facilitando o seu caminho rumo a uma aprendizagem mais significativa.

Na prática, a aprendizagem não é totalmente mecânica ou totalmente significativa, mas pode estar mais perto de um desses extremos. Podemos, entretanto, partir da AM para chegarmos a AS, como proposto no esquema de Moreira (2003b), mostrado na Figura 2.0.

Figura 2.0: Uma visão esquemática proposta por Moreira (2003b) do contínuo de aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica.



Fonte: Moreira (2011b, p.32)

Como se observa na Figura 2.0, a passagem da Aprendizagem Mecânica para a Aprendizagem Significativa não é natural (automática). Moreira (2022b) sugere que, na prática, grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo, e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar “a caminhada do aluno nessa zona cinza”.

O aluno não pode aprender, inicialmente, determinado conteúdo mecanicamente e, no final do processo, resultar em uma Aprendizagem Significativa.

Moreira (2011b) aponta duas condições necessárias para a ocorrência da Aprendizagem Significativa: (1) o novo conteúdo deve ser apresentado por meio de um material instrucional potencialmente significativo, ou seja, esse material deve relacionar-se com a estrutura cognitiva do estudante de forma não-arbitrária e não-literal; (2) o aluno deve apresentar uma predisposição para aprender significativamente determinado conteúdo. Caso uma das duas condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa não seja cumprida, a aprendizagem ocorrerá de forma mecânica.

2.1.1 – Material Potencialmente Significativo.

A primeira condição evidencia que o material de aprendizagem (livros, materiais instrucionais, aulas, aplicativos, etc.) deve ser potencialmente significativo, ou seja, tem que possuir significado lógico para o aluno. É importante salientar que o material só pode ser potencialmente significativo, e não, apenas significativo. Para Ausubel (2003), não existe livro significativo, aula significativa ou material significativo. O significado está nas pessoas, e não nas “coisas”, sendo o aluno o sujeito que deve atribuir significados aos materiais de aprendizagem.

Ausubel (2003) sugere que para a elaboração de um material de aprendizado Potencialmente Significativo deve-se levar em consideração os *subsunçores*. Porém, Moreira (2011b) prefere chamar esses *subsunçores* de Conhecimentos Prévios e apresenta a Aprendizagem Significativa como sendo aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva nesse caso quer dizer não-literal (com significado lógico) e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim, com algum conhecimento especificamente relevante que já existia na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Por meio de interações, um dado Conhecimento Prévio pode, progressivamente, adquirir novos significados, ficando mais “rico”, mais refinado, mais diferenciado e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas. Porém, caso o aluno não

possua Conhecimentos Prévios adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, Ausubel (2003) propõe a utilização de Organizadores Prévios.

Moreira (2011b, p. 30) define o Organizador Prévio como sendo um “recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem”. Ele pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação ou uma aula que precede um conjunto de outras aulas. Os Organizadores Prévios devem ajudar aos alunos a perceberem que os novos conhecimentos estão relacionados às ideias apresentadas anteriormente e aos subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva.

No caso das Ciências, em particular da Física, ao elaborar um Material Instrucional (MI), além de considerar o Conhecimento Prévio dos alunos, é desejável que o professor aborde os conteúdos propostos partindo do mais intuitivo para o abstrato. Ou seja, o professor pode iniciar essa abordagem pelas leis físicas, porém, de um ponto de vista fenomenológico e conceitual, sendo progressivamente exemplificadas e modeladas matematicamente, em níveis crescentes de complexidade, até se alcançar o nível esperado no contexto da disciplina.

Para melhor compreensão da busca pela Aprendizagem Significativa, é importante entender como os conhecimentos interagem entre si e como eles podem se organizar e se reorganizar na chamada Estrutura Cognitiva dos alunos. Neste sentido, entende-se Estrutura Cognitiva como sendo um conjunto de *subsunçores* inter-relacionados e hierarquicamente organizados numa estrutura dinâmica e caracterizada por dois processos principais: o da Diferenciação Progressiva e o da Reconciliação Integradora ou, Integrativa.

A Diferenciação Progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado *subsunçor*, resultante da sucessiva utilização desses *subsunçores*, para dar significado a novos conhecimentos. Sendo assim, sugere-se como forma organizacional de facilitação da aprendizagem que o novo conhecimento seja apresentado aos alunos da seguinte forma: em primeiro lugar, “[...] as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina e, depois, estas são progressivamente diferenciadas em termos de pormenor e de especificidade” (AUSUBEL, 2003, p.166). Essa ordem de apresentação corresponde, presumivelmente, a

como os seres humanos representam, organizam e armazenam estes conhecimentos na *Estrutura Cognitiva*.

Assim, como forma de alcançar a Diferenciação Progressiva, Moreira (2011b) sugere que a matéria seja programada utilizando-se uma série hierárquica de organizadores (por ordem descendente de inclusão), precedendo cada um deles à unidade correspondente de material pormenorizado e diferenciado, procurando sequenciar o material em cada unidade por ordem descendente de inclusão.

O outro processo da dinâmica da *Estrutura Cognitiva* consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados e fazer superordenações do novo conhecimento apresentado ao aluno. A esse processo dá-se o nome de *Reconciliação Integradora* ou *Integrativa*.

Segundo Ausubel (2003), o que se observa é que, geralmente, os textos e manuais didáticos compartimentam o conteúdo, segregando as ideias em tópicos, estruturando-os em forma de capítulos ou subcapítulos. Para o autor, essa prática traz algumas consequências indesejadas para os alunos, tais como: utilização de múltiplos termos gerando uma confusão cognitiva e incentivando a aprendizagem por memorização; surgimento de uma barreira artificial entre tópicos intrinsecamente relacionados impossibilitando a aquisição e o reconhecimento da relação existente entre esses tópicos; não se faz o uso adequado das ideias relevantes que foram anteriormente aprendidas, o que serviria de base para a *subsunção* e a assimilação de novas informações relacionadas; não se tornam claras as diferenças significativas entre os conceitos aparentemente semelhantes, pois, muitas vezes, o aluno até percebe essas diferenças, mas acaba retendo os conteúdos como se fossem idênticos.

Sendo assim, a adoção dos mecanismos da Diferenciação Progressiva e da Reconciliação Integrativa devem ser utilizados como princípios programáticos para a elaboração de materiais de ensino, visando a aprendizagem efetivamente significativa.

Além de considerar esses dois processos, Moreira (2011b) recomenda que o conteúdo presente em um material de ensino deve ser apresentado por meio de atividades diversificadas e colaborativas. Dentre essas atividades podemos citar o uso de Mapas Conceituais (MC), que são diagramas conceituais hierárquicos que destacam os conceitos e relações (proposições) entre eles. Relatos de estudos mostram o uso desse instrumento nas mais diversas áreas e em todos os níveis de escolaridade, contribuindo

para a atribuição de novos significados na aprendizagem, bem como para a avaliação dos conteúdos ensinados (MOREIRA, 2011b).

Já as atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, em pequenos grupos, têm grande potencial para facilitar a Aprendizagem Significativa porque viabilizam o intercâmbio entre alunos e coloca o professor na posição de mediador. Como exemplos de atividades colaborativas citamos: resolução de situações-problemas, leitura de textos, realização de Experimentos e uso de Simulações Computacionais em sala de aula.

Todas as atividades citadas devem levar o professor e os alunos a se envolverem em um processo de Negociação de Significados, incentivando que os alunos externalizem os significados dos conceitos apresentados. Uma estratégia que pode ser utilizada para levar à externalização é solicitar aos alunos que expliquem oralmente para toda a turma, ou por meio da escrita/anotações no próprio MI, os significados que eles dão aos novos conceitos apresentados por meio das diversas atividades.

Além disso, o processo de Negociação de Significados tem como objetivo possibilitar que o novo conhecimento seja captado de maneira significativa pelos alunos. Segundo Moreira (2011b), o significado é a parte mais estável na construção do sentido, e este depende do domínio progressivo de situações-problema e de situações de aprendizagem.

A Negociação de Significados possibilita também que o professor verifique o domínio do aluno acerca dos conhecimentos prévios necessários para a apresentação dos novos conhecimentos. Ou seja, o que o aluno já sabe é a variável que mais influencia na aquisição significativa de novos conhecimentos e nada mais natural do que se insistir no domínio desse Conhecimento Prévio. A verificação do domínio dos conteúdos possibilita também garantir um outro princípio da TAS conhecido como Consolidação.

Cabe salientar, que o processo da Consolidação não é imediato, mas progressivo. Sendo assim, é necessário que o professor discuta com seus alunos os questionamentos, os exercícios, as resoluções de situações-problema, as clarificações, as discriminações, as diferenciações, as integrações entre os conceitos apresentados. A Consolidação é um princípio que possui rupturas e continuidades, sendo imprescindível que o professor verifique a sua ocorrência antes da introdução dos novos conhecimentos.

O processo de Avaliação da Aprendizagem Significativa deve buscar evidências dessa aprendizagem. Isso implica que o professor deve repensar e procurar novas maneiras de avaliar. Essa nova forma de avaliação “[...] implica outro enfoque, pois o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras” (Moreira, 2011b, p.51).

Diferentemente de Ausubel (2003) que propõe de forma radical que uma situação nova seja apresentada ao aprendiz no momento da avaliação, Moreira (2011b) sugere que as situações novas sejam propostas progressivamente ao longo do processo instrucional, e, aí sim, de forma natural incluí-las nas avaliações.

A busca por evidências da ocorrência da AS também é um processo progressivo e não linear. Nessa busca o professor deve procurar trabalhar com os alunos na zona “cinza”, descrita anteriormente (Figura 2.0), propondo novas atividades (situações-problema) de uma maneira progressiva, e, além disso, deve permitir que os alunos refaçam as atividades. Essa estratégia é denominada por Ausubel (2003) de Recursividade. Num processo de Avaliação Recursiva o aluno poderá refazer as atividades, os exercícios e os Mapas Conceituais elaborados, possibilitando que ele adquira os significados aceitos no contexto da matéria de ensino.

Sem dúvida, o processo de Avaliação da Aprendizagem Significativa é bastante complexo, principalmente, porque requer uma nova postura do professor frente à avaliação. Moreira (2011b) enfatiza que é muito mais simples a avaliação do tipo *certo ou errado*, porém, o resultado desse tipo de avaliação, em grande parte, leva a uma “aprendizagem” puramente mecânica.

2.1.2 – Predisposição para Aprender

Segundo Ausubel (2003), a outra condição para ocorrência da Aprendizagem Significativa é que o aluno manifeste uma predisposição para relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária esse novo material à sua Estrutura Cognitiva. Embora a TAS apresente orientações claras para a elaboração de um material potencialmente significativo, ela não discute como promover a predisposição do aluno.

Neste sentido, realizamos uma busca visando entender como motivar alunos no contexto escolar e com isso fomentar a predisposição do aluno para aprender. As

orientações que encontramos também são provenientes de diversos estudos da área da Psicologia. Dentre eles, destacamos o trabalho de Bzuneck (2010) que propõe sugestões práticas de estratégias para os professores interessados em promover, despertar ou manter a motivação dos alunos ao longo das aulas. Ele argumenta que os quatro principais fatores para promover a motivação do aluno no contexto escolar são: a) o significado e relevância das tarefas; b) a proposição de tarefas com certo grau de desafio; c) o complemento, com o uso de embelezamentos; d) reações dos professores às tarefas cumpridas e avaliadas.

Em relação ao primeiro aspecto, encontramos na TAS orientações para a apresentação do conteúdo de maneira contextualizada e por meio de atividades diversificadas, levando em consideração aquilo que o aluno já sabe sobre o que está sendo ensinado. A orientação de Bzuneck (2010) corrobora este aspecto da TAS, na medida em que defende que uma forma de tornar o conteúdo relevante é apresentá-lo de maneira que o aluno veja uma relação com sua vida, seu mundo, suas preocupações e interesses pessoais, trabalhando com situações extraídas da vida real. Ele acrescenta (ibid.) que se deve deixar claro para o aluno o significado ou importância do novo conhecimento que está sendo apresentado: “Caso o aluno veja esse novo conhecimento como irrelevante, não despertará o interesse e provocará tédio e indiferença no aprendiz”.

Com relação ao segundo tópico apresentado por Bzuneck (2010), de proposição de atividades na forma de desafios, os princípios subjacentes de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de Moreira (2011d) sugerem que o conteúdo seja proposto por meio de situações-problema num nível crescente de complexidade. E ainda, durante a apresentação, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados. A orientação de Bzuneck (2010) é que as atividades envolvendo as situações-problema sejam apresentadas na forma de desafios a serem resolvidos pelos estudantes. Também esta orientação de Bzuneck está em sintonia com a TAS, apenas ressaltando a orientação de apresentar as atividades para o aluno em caráter de desafio.

Como exemplo, no Ensino de Física, as tarefas desafiadoras podem propor que os alunos demonstrem a compreensão de determinado fenômeno físico ou, ainda, na resolução de problemas envolvendo situações da vida extraescolar, justifiquem a solução encontrada. Além disso, o professor pode solicitar que os alunos interpretem um texto, realizem um

Experimento ou explorem uma Simulação Computacional e, em seguida, respondam perguntas pertinentes, possibilitando que os mesmos levantem hipóteses ou comparem duas posições teóricas. É importante salientar que as atividades devem ser muito bem especificadas, com um grau de dificuldade tal que não sejam muito fáceis, a ponto de não demandar esforço dos alunos para sua solução e nem muito difíceis, a ponto de se sentirem incapazes para resolvê-las. E ainda, para não perderem o apelo motivacional, não devem ser longas.

O terceiro aspecto proposto por Bzuneck (2010) denominado embelezamento, também corrobora as orientações da TAS. Nos pressupostos da UEPS, recomenda-se o uso de estratégias de ensino diversificadas durante as aulas, com o uso de diversos recursos instrucionais tais como vídeos, simulações computacionais, experimentos, resolução de exercícios, entre outros. O autor (ibid.) reforça que estes recursos devem fazer com que os alunos articulem e manipulem objetos, buscando promover o conflito cognitivo. Eles também devem apresentar-se como uma certa novidade e devem buscar levar os alunos a interagirem entre si: “O professor deve procurar escolher por ‘embelezamentos’ atraentes para a classe e eles devem estar de alguma maneira, relacionados com o cotidiano dos alunos”.

Portanto, pode-se perceber que as orientações para a elaboração de um material potencialmente significativo propostas pela TAS corroboram, de certa forma, as três primeiras sugestões práticas de estratégias de ensino para a motivação do estudante propostas por Bzuneck (2010). Entretanto, não encontramos na TAS um paralelo para a quarta e última sugestão do autor (ibid.), que está relacionada à reação do professor às tarefas executadas pelos alunos (*feedback*). Neste sentido, acreditamos que este último ponto possa trazer uma contribuição adicional para orientar o comportamento do professor que busca fomentar a predisposição do estudante para aprender.

Para Bzuneck (2010), o *feedback* que o aluno recebe afeta tanto o processo de ensino e aprendizagem quanto a própria disposição para se aprender um determinado conteúdo. Ele argumenta que, no contexto de sala de aula, o professor deverá compreender como fornecer aos seus alunos, tanto *feedback* positivo quanto negativo.

Ao realizar uma tarefa proposta, se o aluno for merecedor de um *feedback* positivo, o professor deverá levar em consideração alguns aspectos. O professor deve fazer referência explícita ao esforço constatado, ao capricho ou à persistência. Esse tipo de

elogio pode ser utilizado na resolução de situações-problema desafiadoras, na qual o aluno necessita se apoiar num trabalho mental indispensável. Elogiar esses comportamentos funciona como um reforço positivo e nesse processo o aluno repetirá as tarefas com empenho e persistirá até concluí-la.

O professor não deverá elogiar apenas o desempenho, mas, sobretudo, o comportamento que levou àquele desempenho. Por exemplo, um bom desempenho em Física resulta de processos mentais que incluem concentração, raciocínio lógico, organização e emprego de conhecimentos prévios. Por esse motivo é importante que o professor ressalte nos alunos essas ações mentais ou estratégias e passe a mensagem de que novos resultados poderão surgir por meio desse mesmo envolvimento cognitivo.

O professor não deve elogiar apenas a capacidade de inteligência, mas sim, passar a mensagem de que acredita que o aluno tem a capacidade para realizar determinada tarefa, ou seja, transmitir confiança ao aluno. Deve procurar elogiar o progresso verificado, a melhora em comparação com o desempenho do aluno em situações anteriores. O elogio que focaliza explicitamente no progresso terá um maior impacto por incrementar o senso de competências, enfatizando o potencial do aluno ao insinuar que ele foi capaz de se superar.

Por fim, para ter credibilidade o professor deve fazer o elogio de forma sincera, direcionado ao aluno que o faz jus e jamais deverá comparar o esforço de um aluno com os de outros. E, para não passar uma imagem de que o elogio é mecânico por puro hábito, o professor deve procurar utilizar frases variadas. Além do respeito a todas essas regras, o professor deve desenvolver uma grande sensibilidade em relação aos alunos, captando as situações específicas e respondendo sempre ao que lhe for perguntado.

Por outro lado, quando o aluno não atinge o objetivo durante a realização de uma determinada tarefa, também é necessário que o professor sinalize isso ao aluno, configurando-se como um *feedback* negativo por parte do professor. Cabe ressaltar que o *feedback* negativo deve ser apenas em conteúdo e expressão, e não, quanto ao efeito. Esse tipo de *feedback* tem como característica a correção do erro e pode ser também chamado de *feedback* corretivo.

Para realizar um *feedback* negativo o professor deverá levar em consideração alguns aspectos. Antes de tudo, é importante que o professor aponte os erros, para que os

alunos não os incorporem como se fossem verdades, mostrando por que ocorreu o erro e o que é preciso para superá-lo.

Contudo, o professor deve procurar ampliar a busca de suas causas para além da capacidade de meramente sinalizar tais erros, considerando variáveis intrapessoais tais como o conhecimento prévio e o uso das estratégias utilizadas por eles. Uma vez identificadas uma ou outra ausência, ou ambas, o professor deve informar ao aluno e auxiliá-lo no desenvolvimento da tarefa.

Em síntese, para Bzuneck (2010) os erros podem ser benéficos para a aprendizagem de melhor qualidade e os fracassos podem ser “bem-sucedidos” dependendo da forma com que o professor trata o aluno ao realizar o *feedback*.

2.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Buscando promover e consolidar as ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa apresentadas por Ausubel (2003) e por seus colaboradores, Moreira (2011d) propõe a implementação de uma sequência de ensino voltada para a Aprendizagem Significativa, não mecânica, e aplicada ao contexto da sala de aula.

Nesse sentido, o autor estabelece um passo a passo para o desenvolvimento de uma unidade de ensino que seja potencialmente facilitadora da AS a qual ele denomina de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).

Para o desenvolvimento dessa sequência de ensino, Moreira (2011d) se baseou em uma recente revisão sobre a evolução histórica da Teoria da Aprendizagem Significativa.

A seguir, apresentaremos um resumo dos princípios dessas visões relativas à Teoria da Aprendizagem Significativa.

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;

- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo; a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira). (MOREIRA, 2011d, p. 2).

Com base nessas visões, Moreira (2011d) estabeleceu os seguintes passos para a construção de uma UEPS:

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos (*sic*) no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico.
2. Criar/propor situação (ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta.
3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem (*sic*) o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar. Estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo. Tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio. São as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente. Modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios). Estas situações-problema iniciais podem

ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo.

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. A estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo.
5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém, em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade. Dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora. Após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir (*sic*) socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador. Esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente.
6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém, de (*sic*) uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa. Isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio-visual (*sic*), etc. O importante não é a estratégia em si, mas, o modo de trabalhar o conteúdo da unidade. Após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores. Essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente.
7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência. Tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa.
8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é

progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais (MOREIRA, 2011d, p. 3).

Além desses oito passos sequenciais, o autor apresenta aspectos transversais, dentre os quais destacamos dois:

[...] em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas, e o diálogo e a crítica devem ser estimulados; [...] embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais (Idem, ibidem, p.5).

Desse modo, a proposta da UEPS é o de apresentar os conteúdos propostos e as atividades de ensino de maneira sistematizada obedecendo-se a uma sequência lógica.

No processo de implantação da UEPS, cabe ao professor buscar em sua prática docente uma nova forma de aprender e ensinar, favorecendo o diálogo e a interação com seus alunos. Nessa busca, o professor deverá incluir em seu planejamento tanto um domínio conceitual do conteúdo a ser abordado, quanto um domínio metodológico.

Ao se planejar a organização de determinados conteúdos de uma disciplina por meio de uma UEPS, o professor deve procurar utilizar atividades colaborativas diversificadas (trabalhos em grupo, possibilitando a interação social e cognitiva dentro de um contexto social, cultural) que promovam a mediação, captação e a Negociação de Significados entre os alunos de maneira sistematizada seguindo-se uma sequência lógica. No desenvolvimento dessas atividades deve-se procurar dar vez e “voz” aos alunos, possibilitando que externalizem os significados aceitos no contexto da matéria de ensino.

Além disso, essas atividades devem possibilitar que esses alunos sejam capazes de utilizarem esse conhecimento aprendido em novas situações presentes em seu cotidiano.

Sendo assim, os pressupostos presentes na TAS, as orientações propostas nas UEPS e as sugestões práticas de estratégias para os professores interessados em promover, despertar ou manter a motivação dos alunos propostas por Bzuneck (2010) serviram de base para a elaboração da MI para introduzir os conceitos relacionados ao Movimentos dos corpos para um grupo de alunos do C-FMN.

2.3 Revisão de Literatura

Este trabalho está inserido em uma proposta de implementação e avaliação de Materiais Instrucionais (MI) desenvolvidos com base na Teoria da Aprendizagem Significativa e nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), de Moreira (2011d). Estas atividades têm sido desenvolvidas pelos alunos do Mestrado Profissional em Ensino de Física (www.ensinodefisica.ufes.br) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com o objetivo de elaborar, aplicar e avaliar Materiais Instrucionais (MI) embasados teoricamente. Os MIs desenvolvidos atendem às premissas deste tipo de Mestrado que é a elaboração de um produto educacional voltado para a prática de sala de aula.

Até o momento já foram desenvolvidos na UFES dois trabalhos de mestrado dentro da perspectiva da TAS seguindo as orientações propostas pela UEPS. O primeiro trabalho foi elaborado por Diego Libardi (2014), com o título “A utilização de um material instrucional potencialmente significativo para o ensino do conceito de Temperatura: um estudo com alunos do Ensino Médio”. O outro trabalho foi desenvolvido por Claytor Silva (2014) e intitulado “Uma investigação sobre a elaboração e a utilização de um material instrucional, baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa, para o estudo de um tópico de Mecânica no contexto rural”.

Libardi (2014) elaborou um Material Instrucional e o utilizou em uma turma composta por 27 estudantes do 2º ano do curso Técnico de Informática, integrado ao Ensino Médio, na aprendizagem de conceitos relacionados com o tema *Temperatura*. Para a coleta de dados, visando à avaliação dos seus impactos, Libardi (2014) usou os seguintes instrumentos de coleta de dados: Mapas Conceituais, avaliação de conteúdo, questões presentes ao longo do Material Instrucional, questionário de opinião dos alunos e o Diário de Bordo do professor/mestrando.

Para as discussões do conteúdo, Libardi (2014) utilizou situações-problemas do cotidiano dos alunos tais como rachaduras em pontes e pisos, e trilhos de trem retorcidos. Ao longo de seu MI ele incluiu perguntas para os alunos responderem e, em seguida, as respostas eram discutidas entre os colegas da turma e com o professor. Caso o aluno quisesse alterar a sua resposta inicial, ele escrevia uma nova resposta um espaço reservado ao lado da pergunta.

Outra estratégia adotada por Libardi (2014) em seu MI foi à utilização de Experimentos em sala de aula, Vídeos de curta duração e Simulações Computacionais, em duas seções intituladas “MÃO NA MASSA COM O PROFESSOR” e “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR”, nas quais continham informações que sistematizava e orientava a utilização de cada um destes recursos.

Um desses experimentos realizado na seção “MÃO NA MASSA COM O PROFESSOR” foi o dilatômetro. Nele os alunos coletaram dados necessários para determinar o coeficiente de dilatação de tubos metálicos cilíndricos de três materiais diferentes. Já a seção “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR” foi utilizada uma Simulação Computacional com *Applet*². A simulação era acompanhada por uma breve descrição sobre o que poderia ser visualizado ou simulado e por um roteiro de execução, que continha perguntas para serem respondidas pelos estudantes. O uso dessa Simulação possibilitou aos estudantes a visualização de fenômenos microscópicos do conteúdo em estudo, tal como o nível de agitação das moléculas. No início e no final da aplicação do MI, os alunos foram solicitados a desenvolver um segundo Mapa Conceitual, acerca do tema.

Os principais resultados do trabalho de Libardi (2014) apontaram: aumento da quantidade de conceitos relacionados aos fenômenos naturais do Mapa Conceitual inicial para o Mapa final; elevação da hierarquia conceitual, bem como da quantidade dos conceitos e proposições válidas; e uma melhora na seleção de palavras encontradas nos Mapas, aumento na média da turma na Avaliação Somativa Individual. O autor defende que estes são indicativos de ocorrência de Aprendizagem Significativa dos conteúdos estudados.

Outro aspecto importante analisado foi que a maioria dos erros nas respostas das questões presentes em seu MI não influenciou a nota final dos estudantes sendo, portanto, mais um indício de que a estratégia de utilização de um MI baseado na TAS parece ter sido capaz de sanar as dúvidas do grupo de estudantes.

Os resultados da análise dos Questionários de Opinião de Libardi (2014) apontam que a utilização de experimentos, de simulações computacionais e dos exemplos/situações durante as aulas, despertou o interesse dos alunos para o assunto abordado nas aulas,

²Os *Applets* são *softwares* de pequeno porte que podem ser executados através de navegadores de internet, tais como, Firefox, Internet Explorer ou Chrome, entre outros, disponíveis, gratuitamente, na rede mundial de computadores (internet).

contribuindo, assim, para despertar uma predisposição para aprender os conceitos relacionados à Temperatura.

Já os resultados da análise do Diário de Bordo apontam que durante a realização das atividades contidas no MI de Libardi (2014) houve um aumento na participação efetiva dos alunos. O autor (ibid.) relata que nesse momento eles sanavam dúvidas e perguntavam sobre o comportamento da matéria em alguma outra situação descrita por eles.

O trabalho de Silva (2014) também consistiu da elaboração de um Material Instrucional, nos mesmos moldes que o trabalho de Libardi (2014) e o utilizou em uma turma de 21 alunos de uma escola localizada na zona rural do Estado do Espírito Santo na aprendizagem de conceitos relacionados ao tema *Energia*. Para a coleta de dados, visando à avaliação dos seus impactos, o autor (ibid.) utilizou os seguintes instrumentos de coleta de dados: Mapas Conceituais, avaliação de conteúdo, questões presentes ao longo do Material Instrucional, questionário de opinião dos alunos e o Diário de Bordo do professor/mestrando.

Para as discussões do conteúdo, Silva (2014) utilizou situações-problemas do cotidiano da zona rural. Com o intuito de aproximar os estudantes de situações do seu cotidiano, a estratégia adotada pelo professor no MI previu como primeira atividade uma visita a um Quitungo, que é um local utilizado na zona rural composto por uma roda d'água que move uma série de engrenagens e mecanismos possibilitando a realização de todas as etapas da fabricação de farinha que vai desde ralar a mandioca até o processo de torra da farinha. A visita ao Quitungo e a visualização das diversas utilidades do mesmo serviram para dar sentido às discussões dos conteúdos a serem ensinados, e, além disso, serviram para apresentar situações-problema em nível introdutório.

Ao longo de todo MI, Silva (2014) também utilizou a estratégia de inclusão de perguntas, permitindo aos alunos a discussão das questões em sala de aula. Também adotou a estratégia da utilização de Experimentos, Vídeos de curta duração e Simulações Computacionais, em duas seções intituladas “USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR” e “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR”.

Na seção intitulada “USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR” o autor utilizou um roteiro para a realização de experimentos em sala de aula que era acompanhado por uma breve descrição sobre o fenômeno a ser abordado e por perguntas a serem

respondidas pelos estudantes. Vale salientar que todos os experimentos presentes no trabalho de Silva (2014) foram realizados utilizando materiais e situações no cotidiano dos estudantes, tais como carrinho de mão, estilingue, moto e caixa de verduras.

As sessões “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR” foram constituídas de vídeos e simulações computacionais com *Applets* e eram acompanhadas por uma breve descrição sobre o que pode ser visualizado ou simulado com o recurso utilizado, roteiro de execução em sala de aula e perguntas a serem respondidas pelos estudantes. O objetivo principal dessa sessão foi possibilitar ao estudante a visualização de fenômenos microscópicos do conteúdo em estudo, tal como a força de atrito. Silva (2014) também solicitou que seus alunos desenvolvessem um Mapa Conceitual acerca do tema no início e no final da aplicação do MI.

Os principais resultados do trabalho de Silva (2014) apontaram: um aumento na quantidade de grandezas físicas apresentadas nos Mapas depois da instrução; inclusão de conceitos mais centrais e gerais do tema por parte dos alunos nos Mapas Finais; redução na quantidade de conceitos menos importantes no Mapa Final; elevação da Hierarquia Conceitual dos Mapas, bem como da quantidade dos conceitos e proposições válidas, incluindo também uma melhor seleção de palavras encontradas nos Mapas finais, indicando uma possível ocorrência de Aprendizagem Significativa.

Silva (2014) considerou que as respostas das questões presentes nas avaliações realizadas pelos alunos indicam possíveis evidências de AS. Já a análise das respostas das Perguntas Contidas no Material Instrucional aponta que a maioria dos erros cometidos pelos alunos não influenciou no resultado final da avaliação. Este é mais um indício de que a estratégia baseada na TAS de Negociação de Significados adotada ao longo do MI parece ter sido capaz de sanar as dúvidas do grupo de estudantes que errou as Perguntas, o que permitiu tornar o aluno um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Silva (2014), analisando os Questionários, constatou que a opinião dos estudantes indica que os elementos do cotidiano da zona rural utilizados contribuíram positivamente para o desenvolvimento das atividades previstas no MI. Constatou também que os alunos parecem ter gostado da utilização dos diversos Recursos Instrucionais e que, aparentemente, isso pode ter contribuído para o aprendizado deles.

Já a análise do Diário de Bordo permitiu Silva (2014) perceber um grande interesse dos alunos em participar de cada momento das aulas, sobretudo, na resolução das questões apresentados no MI, quando os mesmos percebiam que suas respostas estavam corretas. Permitiu também observar bastante interesse dos alunos no momento da exibição dos vídeos sobre: acidentes de motos, montagem do estilingue, e sobre o funcionamento dos freios de um veículo.

Um ponto importante observado por Silva (2014) foi a falta de tempo da maioria dos alunos para resolverem as atividades/exercícios previstas para serem realizados em casa, visto que a praticamente todos os alunos trabalhavam durante todo o dia na lavoura.

Complementando as ideias presentes nos trabalhos anteriores, a revisão de literatura se estendeu também a uma busca por outras pesquisas desenvolvidas por mestrados em Ensino de Física no Brasil. A busca foi realizada na internet, inicialmente em sites da Internet, utilizando-se as seguintes palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Artigos e Dissertações de mestrado, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Em seguida, procedemos buscas por esse tipo de trabalho nas seguintes revistas *on-line* da área de Educação em Ciências:

- Revista Brasileira de Ensino de Física
(<http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef>);
- Revista Aprendizagem Significativa em Revista
(<http://www.apsignificativa.com.br/#!revista/cihc>);
- Investigações em Ensino de Ciências – UFRGS (<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>);
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física
(<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>); e
- Revista a Física na Escola (<http://www.sbfisica.org.br/fne/>).

A Tabela 1.0 apresenta o número de artigos e dissertações que foram encontrados por meio do levantamento bibliográfico.

Tabela 2.0 - Resultado da pesquisa *on-line* de artigos e dissertações sobre AS e sobre as UEPS.

Tema	Artigos	Dissertações
Aprendizagem Significativa	10	7
Unidades de Ensino Potencialmente Significativa	4	6

Fonte: Do Autor.

Na intenção de aprofundar a busca, de modo a nos aproximar mais do objeto deste trabalho em ensino, foram escolhidos 5 (cinco) dos 27 trabalhos encontrados do levantamento bibliográfico realizado.

A escolha desses trabalhos obedeceu aos seguintes critérios de relevância: (1) relação com a área das Ciências; (2) utilização da TAS de Ausubel, como princípio-teórico norteador; (3) utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Facilitadoras da Aprendizagem Significativa (UEPS); (4) semelhanças entre as questões básicas utilizadas nesses trabalhos; (5) utilização de diversos materiais e estratégias de ensino; (6) semelhanças entre os instrumentos utilizados para avaliação do êxito na aprendizagem com a adoção das UEPS.

Na dissertação de Emílie Saraiva Alves da Costa (2013), “Contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS para o ensino de ecologia em uma escola pública de educação básica”, a autora destacou como tema a realização de aulas de campo no espaço da escola, abrangendo os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, sendo utilizadas para favorecer a aprendizagem de conteúdos ecológicos no Ensino Fundamental. Para isso, Costa (2013) realizou uma sequência de atividades planejadas de ecologia, com o intuito de utilizar as áreas verdes da escola como um espaço educativo no ensino de Ciências.

Para documentar a coleta de dados durante a realização do trabalho, além de fotos, gravações, observações dos docentes e a análise de um pré-teste (conhecimento prévio) e de um pós-teste (conhecimento assimilado), a autora utilizou a análise dos resultados obtidos pelos alunos nas atividades desenvolvidas sobre as UEPS.

Como resultado da análise comparativa entre os resultados obtidos e os Pré- e Pós-testes, Costa (2013) encontrou evidências da Aprendizagem Significativa referente a conceitos relacionados a fatores bióticos e abióticos desenvolvidos na unidade de ensino.

O trabalho de Adriane Griebeler (2012), intitulado “Inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa”, analisou os impactos da utilização de uma UEPS no estímulo ao interesse e à curiosidade dos alunos no estudo da Física Quântica.

Para tentar extrair o conhecimento prévio dos alunos, Griebeler (2012) utilizou Mapas Mentais e Mapas Conceituais. Além disso, a autora incentivou, em cada um dos passos da UEPS, o desenvolvimento de materiais produzidos pelos próprios alunos: um mapa livre e um trabalho de livre escolha após a leitura do primeiro texto. Também foi realizado um teste individual e a produção de um jornal pela turma.

Griebeler (2012) realizou uma análise qualitativa das evidências (ou não evidências) de Aprendizagem Significativa dos conceitos de Física Quântica por meio de uma avaliação individual realizada pelos alunos, levando em consideração a observação do professor participante. Além disso, realizou uma avaliação da UEPS assinalada pelos alunos na última aula após a intervenção.

Como resultados da análise os dados, a autora concluiu que, após a utilização dos Mapas, todas as duplas apresentaram de acordo com a compreensão esperada para o Ensino Médio, uma evolução dos conceitos relacionados à Física Quântica, evidenciando a ocorrência da Aprendizagem Significativa.

Porém, no resultado da avaliação tradicional, muitos alunos obtiveram notas abaixo do esperado. Para Griebeler (2012), ainda assim, a utilização da UEPS foi bem recebida pelos estudantes e, apesar da utilização de atividades diferentes do habitual, todos os alunos realizaram as que foram propostas naquele momento.

A pesquisa de Maria de Fátima dos Santos Guedes (2013), sob o título “Estudando prismas com o auxílio de softwares educativos Tridimensionais”, trata de investigar quais são as contribuições que uma proposta de UEPS com uso de um software educativo (CONSTRUFIG3D e VISUALFIG3D) pode trazer para o processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, especificamente falando, na abordagem dos conteúdos *Cálculo de Área e Volume de Prismas*, salientando quais são os limites encontrados.

Para o desenvolvimento da pesquisa, Guedes (2013) propõe a construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da Aprendizagem Significativa, seguindo-se os oito passos da UEPS sugeridos por Moreira. As atividades da UEPS da referida autora (ibid.) foram desenvolvidas nos Laboratórios de Ciências e de Informática do colégio, com 10 (dez) estudantes do Ensino Médio.

A coleta de dados foi desenvolvida em seis etapas: aplicação de questionário, sondagem de conhecimentos prévios, revisão, apresentação do novo conteúdo, aprofundamento do conteúdo e a avaliação. Todas as atividades realizadas foram organizadas em uma pasta de campo, assim como os registros escritos contendo as respostas, estratégias e soluções apresentadas pelos alunos. Além disso, a autora relatou todos os fatos considerados relevantes, ocorridos no ambiente da pesquisa, bem como as dificuldades e os comentários relacionados a cada atividade realizada pelos alunos.

Analisando os dados, Guedes (2013) verificou que a utilização da UEPS e dos *softwares* educativos utilizados em seu trabalho trouxe contribuições positivas para o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo trabalhado e para o desenvolvimento do trabalho em ensino realizado.

Vale destacar o aumento na participação voluntária dos estudantes fora do horário de estudo, contribuindo com a predisposição para aprender. Ela aponta que os alunos conseguiram relacionar interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, condição *sine qua non* para que a aprendizagem possa acontecer de modo significativo.

A autora afirma, ainda, que a visualização, tão necessária à construção do conhecimento geométrico, foi prontamente contemplada, e que isso foi possibilitado pelo *software*, pois, por meio de manipulações era possível alterar os tamanhos, aproximar e rotacionar as figuras tridimensionais, permitindo, assim, uma maior interação, quase real, com o objeto que estava sendo estudado.

Da Revisão de Literatura foram selecionadas algumas ideias que contribuíram para elaboração do MI proposto pelo professor/mestrando para Introduzir os conceitos relacionados ao Movimento dos corpos.

Os trabalhos de Libardi (2014) e Silva (2014) indicaram como as situações do cotidiano dos alunos podem ser utilizadas em sala de aula para as discussões e o estudo da Física. A estratégia de inclusão de perguntas, com espaço para respostas e com previsão de tempo de discussão das mesmas entre os colegas e o professor e um segundo espaço para possíveis correções das respostas iniciais, também foi utilizada.

O trabalho de Silva (2014) aponta também para uma necessidade de uma explicação por parte do aluno do seu Mapa Conceitual. Esse apontamento contribuiu para trabalho de

ensino em questão, pois o professor/mestrando seguiu essa orientação e reservou um espaço no MI para que os alunos explicassem, por escrito, cada Mapa elaborado.

Já o trabalho de Libardi (2014) aponta como ponto negativo o pequeno número de exercícios presentes nos Materiais Instrucionais e a necessidade de exercícios com um maior grau de dificuldade. Seguindo essa orientação no MI elaborado para esse trabalho utilizou-se um número maior de exercícios propostos e resolvidos. Procurou-se também apresentar esses exercícios no MI num nível crescente de dificuldades.

De forma geral nos trabalhos pesquisados, evidenciou-se importância da utilização de uma diversidade de Recursos Instrucionais. O que pode ser comprovado pela boa avaliação por parte alunos dos Recursos Instrucionais (Vídeos, Experimentos e Simulador Computacional) que foram utilizados nos trabalhos de Libardi (2014), Silva (2014) e Costa (2013).

Os resultados desses trabalhos apontam que a utilização de atividades diversificadas pode promover a autonomia intelectual dos alunos e facilitar a aquisição de novos significados por meio da *Diferenciação Progressiva*, da *Reconciliação Integradora*, garantindo, assim, a *Consolidação* dos conteúdos em questão.

Além disso, o desenvolvimento de diversos conteúdos procedimentais durante a realização das atividades leva o aluno a captar e compartilhar significados, observar, coletar e registrar dados, levantar hipóteses, explicar o fenômeno físico, aplicar o conhecimento para resolver situações-problema, argumentar, identificar, comparar, diferenciar e relacionar conceitos, negociar significados, refletir criticamente, sistematizar dados.

Já a pesquisa de Guedes (2013) trouxe contribuições, pois apresenta a importância da utilização de *softwares* educativos, como sendo uma sugestiva estratégia para a promoção do aprendizado do aluno, permitindo que ele visualize melhor o fenômeno físico em questão, interagindo com o Recurso Instrucional. A avaliação positiva por parte dos alunos apontados por Guedes (2013), Libardi (2014) e Costa (2014) fez com que o professor/mestrando incluísse em seu MI o uso de um Simulador Computacional para mostrar as forças que atuam em um corpo em movimento.

A contribuição do estudo de Griebeler (2012) para o trabalho em questão está relacionada à utilização de Mapas Conceituais como recurso indicado para se observar a

evolução do conhecimento e auxiliar tanto ao professor quanto aos próprios alunos na identificação de relações que foram assimiladas ou nas falhas de compreensão do conteúdo.

Os Mapas Conceituais foram utilizados como um instrumento de avaliação da aprendizagem do MI elaborado, pois assim como Libardi (2014) e Costa (2014), os resultados apontados por Griebeler (2012) indicam que o uso dessa ferramenta pode contribuir para mostrar como os conceitos relevantes estão organizados na Estrutura Cognitiva dos alunos, além de se mostrar eficaz no processo de negociação de significados.

Essas contribuições e estratégias utilizadas por esses autores possibilitaram ao professor/mestrando elaborar o MI para introduzir os conceitos relacionados ao Movimento dos corpos para um grupo de alunos da EAMES.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

O ensino tem sempre como objetivo a aprendizagem do aluno. Em geral, o professor pode utilizar um Material Instrucional (MI) tanto com o objetivo de nortear o seu trabalho como para servir de base de informação ou de acompanhamento do estudo do aluno. Neste contexto, ao se propor um novo MI, entendemos que se faz necessário um processo de avaliação para verificar se ele realmente cumpre o papel central de promover o aprendizado do aluno. Sendo assim, neste Capítulo é apresentada a Metodologia utilizada no desenvolvimento do MI elaborado, bem como para a avaliação de seu potencial para a promoção do aprendizado.

3.1- Abordagens Qualitativa e Quantitativa

Um trabalho em ensino tem como foco principal avaliar a aprendizagem, buscando evidências do que foi aprendido, averiguando, ainda, até que ponto a estratégia de ensino utilizada contribuiu com esse aprendizado. Nesse processo, devem estar envolvidos os seguintes fenômenos de interesse: a aprendizagem, o currículo, a avaliação e o contexto de ensino.

Os processos investigativos em ensino têm utilizados, predominantemente, dois enfoques: o qualitativo e o quantitativo (MOREIRA, 2009c). Numa abordagem qualitativa o pesquisador tem como função tornar claro, em um caso específico, os diferentes níveis de generalidade e singularidades confrontados, tendo como principal preocupação a particularização, analisando sob outros pontos de vista os fenômenos de interesse.

No contexto de ensino, a sala de aula assume um papel de destaque, pois, nesse ambiente, a todo o momento as ações são trocadas e compartilhadas mudando os

significados adquiridos pelos alunos. Para Moreira (2009c, p.26), “a pesquisa qualitativa procura analisar criticamente cada significado em cada contexto”.

Desse modo, numa pesquisa qualitativa, o pesquisador observa de dentro do ambiente estudado, registrando cuidadosamente os eventos, coletando trabalhos realizados pelos alunos e informações obtidas pelos materiais distribuídos pelo professor. Tais registros são transformados em dados e analisados qualitativamente de modo a conduzir explicações e/ou descrições que procuram responder a questão-foco do fenômeno de interesse.

Já em uma abordagem do tipo quantitativa o pesquisador procura estudar o fenômeno de interesse, utilizando medições objetivas, controlando as variáveis que podem ser independentes ou dependentes. As variáveis independentes são condições ou características que o experimentador controla, utilizando de certo método de ensino ou aplicando um tipo de material instrucional, em sua tentativa de determinar sua relação com os fenômenos observados.

As variáveis dependentes são condições ou características que aparecem, desaparecem ou mudam quando o experimentador introduz, remove ou altera variáveis independentes. No trabalho em questão foram utilizados como variáveis dependentes: a nota do aluno em Pré e Pós-Testes, a quantidade de acertos nas Respostas/Correções das Perguntas contidas no MI e a análise quantitativa dos Mapas Conceituais elaborados.

Sendo assim, devido à escolha dos instrumentos de coleta de dados utilizados nesse trabalho em ensino, a abordagem adotada pelo professor/mestrando para avaliar os impactos da aplicação do material Instrucional foi a quantitativa. O uso desse tipo de abordagem poderá possibilitar ao professor/mestrando destacar os valores instrumentais dos resultados de uma maneira padronizada por meio da utilização de números, gráficos, tabelas, coeficientes, além de outros indicadores. Os dados obtidos por meio dos instrumentos de medida utilizados foram descritos, analisados, transformados e por meio de inferências, investigou-se as relações causais entre os mesmos.

Contudo, acreditando que aprendizagem seja uma atividade idiossincrática que envolve um processo que tem relação com a integração de pensamentos, sentimentos e ações dos sujeitos, adotou-se também uma postura flexível no trabalho de avaliação do MI em questão. Nesse sentido, foram realizadas análises do tipo qualitativas com os

instrumentos de coleta de dados: Mapas Conceituais elaborados pelos alunos, o Diário de Bordo do professor, o Questionário de Opinião e a Entrevista.

3.2 – Objetivos

Objetivo Geral

Elaborar um Material Instrucional com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e avaliar os impactos da sua utilização para a aprendizagem dos conceitos relacionados ao Movimento dos corpos a um grupo de alunos da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo.

Objetivos Específicos

1. Comparar o rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste entre os grupos Controle e Experimental.
2. Analisar os Mapas Conceituais visando avaliar os significados que os alunos atribuem aos conceitos relevantes relacionados ao movimento dos corpos.
3. Analisar as respostas fornecidas pelos alunos para as perguntas contidas no Material Instrucional visando avaliar os significados que os alunos atribuem aos conceitos relevantes relacionados ao movimento dos corpos.
4. Verificar se o “Estado de Humor” pode influenciar na qualidade das respostas às perguntas e na qualidade dos Mapas Conceituais propostos no Material Instrucional.
5. Avaliar o processo de utilização do MI elaborado por meio da opinião dos alunos e do Diário de Bordo do professor/mestrando.

3.3 - O Contexto do Estudo

Este trabalho utiliza como base os resultados do desenvolvimento e da aplicação de um MI para um grupo de alunos da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES).

A EAMES é uma instituição militar que integra um conjunto de quatro escolas da Marinha do Brasil tendo como missão formar Marinheiros para o Corpo de Praças da Armada (CPA) e está localizada na Enseada do Inhoá, bairro Prainha, no município de Vila-Velha-ES. Além dessa Escola, existem mais três no Brasil: a Escola de Aprendizes-Marinheiros do Ceará (EAMCE) em Fortaleza, Escola de Aprendizes-Marinheiros de Pernambuco (EAMPE) em Recife, e a Escola de Aprendizes-Marinheiros de Santa Catarina (EAMSC) na cidade de Florianópolis.

Essas quatro Escolas integram o Sistema de Ensino Naval e estão subordinadas à *Diretoria de Ensino da Marinha* (DEnsM) que pertence ao Órgão *Comando da Marinha* e está subordinado ao Ministério da Defesa. A DEnsM desempenha as atribuições de Órgão Central do Sistema de Ensino Naval (SEN), nos termos da legislação pertinente, e tem como função: estabelecer o currículo adotado, prover as orientações normativas, a supervisão funcional e a fiscalização específica das Escolas de Aprendizes-Marinheiros (EAMs) e das demais organizações de execução do Ensino Naval.

Anualmente, cada Escola recebe aproximadamente quinhentos jovens, do sexo masculino, com idade entre 18 e 22 anos, selecionados por meio de concurso público nacional para realizarem, num regime de semi-internato, o curso de formação de marinheiros que tem uma duração aproximadamente de um ano. A distribuição dos aprovados pelas Escolas é realizada pela Diretoria de Ensino, utilizando como critério a opção dos alunos pelo local de realização do curso e a classificação de cada um no processo seletivo.

Cabe ressaltar, que o processo seletivo para o ingresso nas Escolas exige apenas o Ensino Fundamental. Porém, no ano de 2014, a maioria (88%) dos alunos que ingressou na EAMES já possuía o Ensino Médio completo.

Como os alunos estão submetidos a um regime de semi-internato, a rotina diária tem início às 5 horas da manhã, sendo que nesse horário os alunos realizam a limpeza nas dependências da Escola. Por volta das 7h é servido o café da manhã, e posteriormente, os alunos são encaminhados às salas de aula para terem cinco aulas (ou cinco tempos de aula). Todas as salas de aulas da EAMES são equipadas com computadores, projetores, amplificadores, caixas de som e retroprojetores.

Terminado as aulas do período da manhã, é servido o almoço (Rancho) que vai até às 13 horas. Após o almoço os alunos retornam para as salas para mais três aulas que

terminam às 15h e 40 minutos. Finalizada as aulas do período vespertino os alunos são encaminhados para grupo de Apoio Escolar, Recreação ou, novamente, para as atividades de limpeza e manutenção da Escola.

Além das atividades descritas, os Aprendizes-Marinheiros realizam, por meio de uma escala, Serviços de Segurança da Organização Militar e Serviços de Rancho, i.e, a confecção do café, do almoço e do jantar para todas as pessoas que trabalham na Escola.

Como em qualquer outra Escola Militar onde um grupo de soldados compõe um *Pelotão* (PEL) e um grupo de pelotões uma *Companhia* (CIA), na EAMES os classificados no processo seletivo são distribuídos em salas de aulas que são denominadas de *Pelotão*. Cada PEL é formado, em média, por 40 alunos e cada grupo de três Pelotões compõe uma CIA.

No ano de 2014, quando este trabalho de dissertação foi realizado, os alunos da EAMES foram divididos pelo DE em treze Pelotões, formando quatro Companhias. Para que os Pelotões fiquem o mais homogêneo possível quanto a desempenho escolar, a distribuição dos alunos por PEL obedece a um critério pré-estabelecido pela Diretoria de Ensino da Marinha. Nesse critério, o aluno classificado em primeiro lugar no processo seletivo é alocado no 1º PEL, o classificado segundo no 2º PEL e assim sucessivamente até o décimo terceiro pelotão. Na sequência, o décimo quarto aluno classificado é alocado no 1º PEL, o décimo quinto classificado no 2º PEL, seguindo essa ordem até o último aluno classificado. Segundo a DEnsM, essa distribuição favorece a homogeneidade nos pelotões quanto ao desempenho do aluno no concurso.

Ao longo do curso de Formação são ministradas disciplinas do Ensino Básico (Português, Matemática, Física e Inglês), e do Ensino Militar-Naval (Marinharia, Armamento, Fundamentos de Máquinas, Comunicações Interiores, Controle de Avarias, etc.).

No início de cada ano letivo o Serviço de Orientação Educacional (SOP) da Escola distribui, aleatoriamente, os professores das diversas disciplinas em seus respectivos Pelotões. Em 2014, o autor desse trabalho foi alocado no 1º, 2º, 3º e 4º Pelotões. A distribuição das aulas para os professores de diferentes disciplinas em seus respectivos pelotões é realizada semanalmente, i.e, a cada semana os professores são alocados nos seus respectivos pelotões em dias e horários diferentes.

Para o cumprimento do currículo, no ano de 2014, foram destinados diariamente 8 tempos de aulas (com duração de 45 minutos cada) e intervalos de 10 minutos entre uma aula e outra para cada pelotão. As aulas, que podem ser do tipo geminadas ou não, são distribuídas em cinco tempos no turno matutino e três no vespertino.

Assim como a maioria das escolas que utiliza a avaliação escrita como forma de classificar os alunos quanto ao fracasso ou ao êxito alcançado no domínio desejado do conteúdo a ser ensinado, a EAMES também adota este mesmo tipo de avaliação para estabelecer a classificação final do aluno no Curso de Formação de Marinheiros. Além da nota dessa avaliação, a Escola também leva em consideração a nota obtida pela conduta (disciplina militar) dos alunos e o resultado do Exame Padronizado das Escolas de Aprendizes-Marinheiros (EPEAM) que é realizado no meio e no final do ano letivo.

Entretanto, os baixos resultados apresentados pelos alunos nas primeiras avaliações de Português, Matemática e Física nos levam a perceber que muitos alunos apresentam dificuldades em conteúdos básicos relacionados a essas disciplinas. As dificuldades relacionadas, principalmente, à interpretação de textos e à realização das quatro operações básicas da Matemática podem influenciar diretamente no baixo rendimento escolar dos alunos obtidos na disciplina Física.

Para identificar os alunos com dificuldades nessas disciplinas, a EAMES realiza no início de cada ano, um Pré-Teste. Os alunos com baixo rendimento nesse teste são convidados a participarem de aulas extras num grupo denominado Apoio Escolar. Cabe salientar que a nota obtida nessa avaliação não é computada na classificação final dos alunos. O Pré-Teste de Física realizado no ano de 2014 está apresentado no Apêndice A.

O currículo adotado pelas Escolas de Aprendizes-Marinheiros (Anexo A) é elaborado/aprovado pela Diretoria de Ensino da Marinha do Brasil (DEnsM) e prevê para a disciplina Física uma carga horária anual de 90 horas-aula, divididos nas seguintes Unidades: 1- Mecânica, 2-Hidrostática, 3-Hidrodinâmica, 4-Ondulatória e 5-Termologia.

Em virtude da extensão do conteúdo de Física proposto e por acreditar que dentre as cinco Unidades a mais importante relacionada ao cotidiano dos marinheiros era a Unidade de Hidrostática, a ideia inicial do professor/mestrando era a de elaborar um MI que abordasse apenas a Unidade 2.

Porém, com a intenção de verificar e de identificar quais conteúdos de Física eram realmente importantes para o cotidiano naval, o professor/mestrando realizou uma entrevista semiestruturada. A entrevista foi composta por quatro perguntas e aplicada para nove militares com diversas especialidades (Curso de Formação de Sargentos) e que iniciaram sua carreira na Marinha do Brasil como Marinheiros.

As quatro perguntas da entrevista foram as seguintes:

P1: *“Você considera a disciplina Física importante para a formação dos futuros Marinheiros? Por quê?”.*

P2: *“Qual (is) a(s) situação(ões)-problema (s), que serão encontradas pelos Marinheiros, a bordo dos navios, necessitam de algum conhecimento físico para solucioná-la(s)?”.*

P3: *“De posse do Sumário de Física, adotado atualmente pela Diretoria de Ensino da Marinha do Brasil, qual (is) tópico(s) você considera importante(s) para a formação dos futuros Marinheiros?”.*

P4: *“Existe(m) algum (ns) tópico(s) que você considera importante para a Formação dos Marinheiros e que não está (ão) presente(s) no atual Sumário? Qual (is)?”.*

A análise dessa entrevista possibilitou ao professor/mestrando verificar que o conteúdo de Física considerado mais importante pelos entrevistados não estava relacionado ao conteúdo da Hidrostática, e sim, com a subunidade relacionada às Leis de Newton.

Sete dos nove entrevistados apontaram a importância de se trabalhar com situações que envolvem transferência de carga leve nos navios (conhecidas como manobras de peso), e distribuições de cargas dentro dos navios que possibilitem o equilíbrio dos mesmos. Além disso, os entrevistados citaram outras manobras que os navios realizam durante os exercícios de guerra, tais como: transferências de combustíveis, de armamento e no processo de “atracação” dos navios nos portos. Essas manobras envolvem, essencialmente, aplicação dos conceitos físicos relacionados à força e ao movimento dos corpos.

Outro ponto interessante que foi observado nas respostas está relacionado ao fato de que todos os entrevistados reconheceram a importância do estudo da disciplina Física para a sua formação e dos futuros marinheiros.

Os resultados obtidos por essa entrevista fez com que se abandonasse a ideia inicial de elaborar um MI abordando os conceitos de Hidrostática e passasse a elaborar um abordando os conceitos relacionados ao movimento dos corpos. O uso desse conteúdo considerado relevante possibilitaria utilizar no MI exemplos de situações reais as quais os alunos iriam encontrar em sua profissão, mostrando assim o valor de utilidade das mesmas (BZUNECK, 2010).

Após a análise dos conteúdos e dos objetivos principais abordados na Mecânica e presentes no currículo de Física da EAMES o professor/mestrando iniciou a elaboração do Material Instrucional e utilizou como base os pressupostos da TAS, os passos da UEPS e as sugestões práticas propostas por Bzuneck (2010).

3.4 – Sujeitos

O Material Instrucional elaborado para abordar os conceitos relacionados ao Movimento dos corpos foi aplicado a um grupo composto por 22 alunos do Apoio Escolar denominado Grupo Experimental. Já o Grupo Controle composto por 22 alunos também do Apoio Escolar foram submetidos ao tratamento tradicional.

3.5 – O Delineamento do trabalho

Para a coleta de dados deste trabalho, fora selecionado um grupo de alunos que faziam parte do Apoio Escolar, por meio do resultado do Pré-Teste, já descrito na seção 3.3. Tal seleção se deu em função da autorização concedida pelo Chefia do Departamento de Ensino (DE) da EAMES: a aplicação do MI elaborado aos alunos que demonstraram baixo rendimento acadêmico na referida avaliação, em especial, na disciplina Física. Por essa razão o Material Instrucional não foi aplicado junto a alunos de turmas (Pelotões) regulares do C-FMN, mesmo porque o sistema de avaliação neste Curso possui caracteres classificatório e eliminatório. Além disso, qualquer insucesso decorrente da aplicação do MI nas turmas regulares poderia comprometer tanto a classificação destes alunos na própria instituição EAMES, quanto em relação aos das outras três escolas de Aprendizizes-Marinheiros do Brasil.

As aulas para o Apoio Escolar ocorreram de 2ª a 6ª feira das 16h às 17h e aos sábados das 9h às 11h. No Apoio Escolar os alunos foram auxiliados pelos professores das disciplinas, por meio de exposições teóricas e por resolução de listas de exercícios complementares.

No ano 2014, o Pré-Teste foi aplicado para os quinhentos alunos que compunham Turma GOLF no mês de Março. Dos alunos que realizaram esse teste, 118 obtiveram notas inferiores 5,0 pontos (dos 10,0 possíveis) na disciplina Física.

De acordo com as suas respectivas Companhias, o Serviço de Orientação Escolar (SOE) dividiu os alunos com baixo desempenho acadêmico na disciplina Física em quatro turmas.

O resultado dessa divisão está apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Número de alunos por Companhia do Apoio Escolar na disciplina Física.

CIA	1ª	2ª	3ª	4ª
Número de Alunos	29	28	23	38

Fonte: Do Autor.

Essa divisão possibilitou ao professor/mestrando trabalhar com dois grupos que poderiam ser designados aleatoriamente. Devido a essa possibilidade o delineamento escolhido para o desenvolvimento desse trabalho foi o do tipo Experimental. Esquemáticamente, segundo Campbell e Stanley (1979, p.26, apud. MOREIRA, 2009c, p.13) esse delineamento pode ser representado da seguinte maneira:

$$A \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

$$A \quad O_3 \quad O_4,$$

onde **A** representa a aleatoriedade e ($O_1 = O_3$) conforme o Pré-Teste aplicado a ambos os grupos. O grupo Experimental submetido ao tratamento **X** (intervenção por meio do MI) e o Controle não. Após o tratamento aplica-se um Pós-teste ($O_2 = O_4$) em ambos os grupos. As diferenças entre os resultados desses testes aplicados a ambos os grupos ($O_2 - O_1$ e $O_4 - O_3$) foram utilizados para fornecer possíveis evidências sobre os efeitos do tratamento **X**.

Para a escolha das turmas dos Grupos Experimental e Controle foi realizado um sorteio aleatório¹ entre as CIA que fazem parte do Apoio Escolar. Das quatro CIA que participaram do sorteio, a turma sorteada para compor o grupo Experimental foi a 3ª

¹ Embora Moreira (2009c) aponte que a utilização dessa aleatoriedade não garanta a equivalência entre os grupos, essa escolha reduz ao mínimo a probabilidade de que sejam diferentes.

Companhia (CIA) composta 23 alunos. Cabe ressaltar, que durante a primeira semana de aula para essa turma, um aluno pediu desligamento voluntário do curso de Formação de Marinheiros. Portanto, a turma Experimental passou a contar com 22 alunos. Para compor a turma Controle foram sorteados 22 dos 28 alunos pertencentes a 2ª CIA.

A abordagem dos conteúdos para os alunos da Turma Experimental foi por meio do MI elaborado como apoio. Já para os alunos da turma Controle os conteúdos foram abordados de maneira tradicional utilizando o livro texto e lista de exercícios como apoio.

3.6 – O Material Instrucional

Atendendo ao requisito básico do Mestrado Profissional que é a apresentação de um Produto Educacional, o professor/mestrando elaborou, em parceria com o seu orientador, um Material Instrucional (MI) que teve como base os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa.

Cabe salientar que o livro texto de Física adotado pelos professores em todas as aulas pela EAMES é o: FÍSICA - Volume Único de Gaspar (2002). O livro do Gaspar (2002) foi elaborado para ser utilizado em qualquer escola do Ensino Médio, ele não traz exemplos de situações físicas e nem exercícios ligados ao contexto naval. O livro texto de Física adotado na Escola foi utilizado pelos professores nas aulas para as turmas regulares, bem como para os alunos das quatro turmas do Apoio Escolar (incluindo a turma do Grupo Controle).

O MI elaborado é dividido em cinco tópicos: O primeiro tópico aborda de forma geral, as Grandezas Físicas, o Sistema Internacional de Unidades e a Notação Científica. O segundo, com a intenção de exemplificar a presença dos conceitos da Física no contexto naval, apresenta e discute situações por meio da apresentação de um texto e da exibição de um vídeo. O terceiro tópico inicia com uma discussão sobre a importância do estudo da Mecânica para a explicação de conceitos relacionados ao movimento e ao repouso dos corpos. O quarto tópico apresenta o conceito de força e o seu caráter vetorial. O quinto e último tópico apresenta as equações do movimento dos corpos. O MI desenvolvido está disponível no Apêndice F desta dissertação.

Para a elaboração e organização dos conteúdos presentes no MI, levou-se em consideração os princípios e estratégias da TAS descritos na seção 2.1: Discussão Fenomenológica, Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integradora e Consolidação/Negociação de Significados. Corroborando com os princípios e estratégias apresentados pela TAS, também se utilizou no MI, para a promoção da predisposição do aluno para aprender determinado conteúdo, as quatro sugestões práticas apresentadas no trabalho de Bzuneck (2010).

Como característica, o MI procura apresentar o conteúdo de forma contextualizada, abordando-o com situações extraídas do cotidiano naval, mostrando aos alunos a importância do novo conhecimento por meio da apresentação de situações-problema estimulantes, com características de desafios, e utilizando os “embelezamentos motivacionais” nos Recursos Instrucionais. Além disso, durante a realização das atividades presentes no MI procurou-se dar *feedback* aos alunos (positivos e negativos) seguindo as orientações de Bzuneck (2010).

Seguindo as orientações dos aspectos sequenciais (*passos*) propostos por Moreira (2011d) para construção de uma UEPS, o MI elaborado é composto por diversas Perguntas que envolviam situações-problema. O uso dessas Perguntas é uma estratégia para fomentar discussões com a turma e possibilitar o processo de Negociação de Significado.

As situações-problema são apresentadas no MI, num nível introdutório, buscando discutir o conteúdo relacionado ao movimento dos corpos a partir do geral para o específico. Além disso, buscam mostrar para os alunos a importância de se estudar a Mecânica, procurando deixar claro para que serve o conteúdo proposto e como ele será utilizado no seu dia a dia. Servem também para a introdução do conhecimento sobre o que se pretende ensinar.

Além do uso de situações-problema, ao longo do MI foram apresentados sete Experimentos Demonstrativos, em seções intituladas “USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR...”. Antes de cada Experimento o MI apresentava uma breve descrição por meio de um roteiro sobre o fenômeno a ser abordado e os passos para que o aluno possa desenvolver a atividade.

Para facilitar a construção dos Experimentos presentes no MI, foram utilizados materiais de baixo custo, tais como: Dinamômetro e pedaço de madeira, imã e clip de papel (p. 41

do MI); pente de cabelo e pedaços de papel (p. 42 do MI); Submarino construído de garrafa PET (p. 50 do MI); experimento que permite constatar a existência da força de empuxo utilizando também o Dinamômetro e pote de vidro contendo parafusos (p. 51 do MI).

Os Experimentos Demonstrativos visam possibilitar aos alunos destacar as semelhanças e diferenças relativas às situações e conteúdos já trabalhados, resolvendo inconsistências, integrando significados, fazendo superordenações, possibilitando, assim, o processo da Reconciliação Integradora.

O MI é composto também por seções intituladas “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR...” (p. 54 do MI) que são constituídas de uma Simulação Computacional com *Applets*², e visam apresentar os conceitos num nível mais alto de complexidade, conectando-os com os aspectos mais específicos do conteúdo.

O *Applet* utilizado no MI foi desenvolvido pelo Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA) da Universidade Federal da Paraíba e está disponível na internet no site <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/>.

A utilização do *Applet* simulando o movimento vertical e horizontal de um submarino busca possibilitar que o aluno visualize melhor as forças que atuam no submarino. Além disso, a tela do simulador apresenta outros indicadores de conceitos físicos que foram trabalhados em sala de aula, tais como: os valores da pressão, profundidade, aceleração e velocidade vertical do submarino em cada situação proposta.

Como estratégia para promover a predisposição do aluno em aprender os novos conceitos, o MI também apresenta o texto: “Os Submarinos Brasileiros, de 1914 até os dias de hoje”, e o vídeo: “Os dez melhores submarinos de Guerra” (p. 15 do MI), que mostra a utilização da Física no cotidiano dos alunos e, ainda, possibilita que os alunos identifiquem alguns conceitos físicos apresentados nesses recursos. Além de buscar promover a predisposição, os vídeos e textos visavam aproximar ainda mais os alunos da EAMES das situações presentes no cotidiano naval, bem como a reconhecerem a importância do conhecimento científico para a promoção da evolução tecnológica.

²Os Applets são softwares de pequeno porte que podem ser executados através de navegadores de internet, tais como, Firefox, Internet Explorer ou Chrome, entre outros, disponíveis, gratuitamente, na rede mundial de computadores (internet).

A utilização desses materiais introdutórios antes da apresentação do novo conhecimento pode, também, servir para aqueles alunos que não possuem conhecimentos prévios relevantes como um Organizador Prévio. Isto pode possibilitar que esses alunos reconheçam a importância do conteúdo relevante presente no MI, tendo uma visão mais geral, em um nível mais alto de abstração do novo material de aprendizagem.

Em todos os passos seguidos para organização do MI, procurou-se diversificar os Recursos Instrucionais utilizados, privilegiando o questionamento em relação às respostas prontas e estimulando o diálogo e a crítica.

Visando ampliar a discussão dos conteúdos e exemplificar o assunto estudado, foram incluídos exercícios resolvidos ao longo do MI. Ao final de cada tópico, foi apresentada uma seção intitulada “FAXINANDO A FÍSICA”³ contendo exercícios para que o aluno pudesse resolvê-los fora ou dentro do ambiente de sala de aula. É importante salientar que a maioria dos exercícios apresentados procurava relacionar a aplicação dos novos conceitos apresentados com as situações presentes no cotidiano naval.

Após a abordagem dos conceitos presentes nas Leis de Newton, os alunos da Turma Experimental e os demais alunos da EAMES foram submetidos a uma Avaliação Somativa Individual (Pós-Teste). Essa avaliação abordava além do conteúdo presente no MI (até a seção 4), outros conteúdos presentes no currículo de Física (como atrito, trabalho, potência, energia) proposto pela Diretoria de Ensino da Marinha e que não foram contemplados no material elaborado.

Como a data da primeira Avaliação de Física (Pós-Teste) é definida pelo SOE e estava próxima, não foi possível ministrar para os alunos do grupo Experimental o restante do conteúdo (seção 5) presente no MI. Sendo assim, o conteúdo abordado nesta seção não será utilizado na análise dos dados desta dissertação.

O oitavo e último passos estão relacionados à avaliação do desempenho dos alunos. Para Moreira (2011d), o sucesso da UEPS está vinculado ao fornecimento de evidências de Aprendizagem Significativa, que pode ser medida pela capacidade dos alunos de: captar, explicar e de aplicar o conhecimento envolvendo novas situações-problema. Como esse é

³ Essa expressão “FAXINANDO” é um termo muito utilizado no ambiente de Marinha e faz parte da linguagem utilizada a bordo dos navios, estando relacionada ao ato de trabalhar, fazer uma atividade, uma limpeza.

processo progressivo e o professor/mestrando enfatizou ao longo da aplicação do MI as evidências da AS e não os comportamentos finais.

Após a elaboração do MI que apresenta o conteúdo dos movimentos dos corpos de forma contextualizada, abordando situações extraídas do cotidiano naval, de forma estimulante, com características de desafios, mostrando aos alunos a importância desse novo conhecimento e promovendo o uso dos “embelezamentos motivacionais” nos Recursos Instrucionais o professor/mestrando iniciou a aplicação do material para os alunos do Grupo Experimental.

3.7 - A Aplicação do Material Instrucional

Antes da aplicação do MI realizou-se uma verificação dos conteúdos principais da Mecânica, bem como dos objetivos e tempos destinado às aulas presentes no currículo da EAMES para a aplicação do mesmo, apresentado no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Detalhamento do conteúdo de Mecânica do currículo adotado pela EAMES.

Subunidades	Conteúdos principais	Objetivos principais	Tempo de aula (h)
1.1 e 1.2	<ul style="list-style-type: none"> - Grandezas Físicas e Fundamentais; - Movimento, repouso, sistema de referência, trajetória e ponto Material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definir as grandezas físicas e grandezas fundamentais; - Conceituar movimento, repouso, sistema de referência, trajetória e ponto material. 	2
1.3	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidade Média. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resolver problemas envolvendo velocidade média. 	2
1.4	<ul style="list-style-type: none"> - Movimento retilíneo uniforme. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceituar Movimento Retilíneo Uniforme (MRU); - Relacionar esse movimento com movimentos que possuem comportamento semelhante na vida naval. 	2
1.5	<ul style="list-style-type: none"> - Unidades de espaço, tempo e velocidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar corretamente as unidades de espaço, tempo e velocidade. - Resolver problemas envolvendo conversões de unidade, incluindo as unidades de origem inglesa, bastante utilizadas na vida naval. - Relacionar as unidades de medida com os instrumentos de medida utilizados na vida naval. 	2
1.6	<ul style="list-style-type: none"> - Aceleração de um corpo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceituar aceleração 	2
1.7	<ul style="list-style-type: none"> - Movimento retilíneo uniformemente variado 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceituar Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV); - Resolver problemas sobre MRUV; - Relacionar esse movimento com movimentos que possuem comportamento semelhante na vida naval. 	4

Quadro 3.1: Detalhamento do conteúdo de Mecânica do currículo adotado pela EAMES.*(Continuação)*

Subunidades	Conteúdos principais	Objetivos principais	Tempo de aula (h)
1.8	- Força: Elementos de uma força e unidades de força	- Conceituar Força; - Compreender a natureza vetorial da grandeza física força bem como suas principais operações.	1
1.9	- Sistema de forças: Resultante de um sistema de forças	- Conceituar força resultante; - Resolver problemas sobre força resultante.	1
1.10	- As três leis de NEWTON	- Enunciar as três leis de Newton; - Interpretar as três leis de Newton - Resolver problemas sobre as leis de Newton; - Relacionar as três leis de Newton com as máquinas simples utilizadas na marinha como elevadores mecânicos e sistemas de polias.	1
Total de aulas:			17

Fonte: Do Autor.

A verificação desses conteúdos possibilitou a elaboração do Plano de Ensino apresentado no Quadro 3.2.

Quadro 3.2: Plano de Ensino.

ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO	
PLANO DE ENSINO	
Professor: Rogério Oliveira Silva	Turma: Turma de Apoio Escolar da EAMES
Tema: Conceitos Básicos de Mecânica.	
PROBLEMATIZAÇÃO: Qual a importância do estudo dos movimentos dos corpos para os alunos do curso de Formação de Marinheiros da Marinha do Brasil?	
CONTEÚDO: <ul style="list-style-type: none"> - Grandezas Físicas, Sistema Internacional de Unidades e Notação Científica; - Introdução ao Estudo da Mecânica: <ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Partícula ou Ponto Material; - Conceitos de Movimento, Trajetória, Referencial, Posição; - Conceito de Velocidade e de Velocidade Média; - Conceito de Aceleração. - Introdução ao Conceito de Força: <ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Força; - Segunda Lei de Newton; - Primeira Lei de Newton; - Terceira Lei de Newton. - As Equações do Movimento: <ul style="list-style-type: none"> - Movimento Retilíneo Uniforme - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e Equação de Torricelli. 	

Quadro 3.2: *Plano de Ensino.**(Continuação)*

<p>OBJETIVOS CONCEITUAIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grandezas Físicas, Sistema Internacional de Unidades e Notação Científica; <ul style="list-style-type: none"> - Identificar a importância das medidas e de suas respectivas unidades; - Caracterizar algumas Grandezas Físicas presentes Sistema Internacional de Unidades; - Definir Notação Científica demonstrando a sua utilidade na Física. - Conceituar medida e Grandeza Física. - Introdução ao Estudo da Mecânica: <ul style="list-style-type: none"> - Ressaltar a importância do estudo da Mecânica para a explicação dos conceitos de Movimento e Repouso dos corpos, citando algumas situações do cotidiano naval; - Conceituar Partícula/Ponto Material, Movimento, Repouso, Referencial, Sistema de Referência, Trajetória, Posição, Velocidade e Aceleração; - Compreender a importância do conhecimento da posição, velocidade e aceleração de um corpo. - Introdução ao Conceito de Força: <ul style="list-style-type: none"> - Definir o conceito de Força e compreender seu caráter vetorial. - Compreender o conceito de Soma de Forças. - Verificar, através de um experimento com garrafa Pet, quais são as condições necessárias para que um submarino afunde ou flutue em um líquido. - As Equações do Movimento: <ul style="list-style-type: none"> - Definir o Movimento Retilíneo Uniforme; - Definir o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado; - Apresentar as equações horárias do MRU e MRUV; - Apresentar a Equação de Torricelli.
<p>PROCEDIMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar os experimentos; - Coletar informações para análise, por meio das respostas dos alunos às questões presentes no MI;
<p>ESTRATÉGIAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de Pré e Pós-Teste (Avaliação Somativa Individual); - Levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre o tema por meio de Mapas Conceituais; - Discussões: orais e coletivas; - Utilização de vídeos, textos, experimentos e simulações; - Confecção de mapas conceituais;
<p>RECURSOS MATERIAIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unidade de Ensino potencialmente Significativa; - Experimentos; - Data-show; e - Quadro branco.
<p>AVALIAÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análise dos Mapas Conceitual Inicial e Final; - Análise das respostas dos alunos no MI; - Avaliação Somativa Individual contendo todo o conteúdo de Mecânica.
<p>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:</p> <p>O Material Instrucional elaborado para a introdução ao Estudo dos Movimentos dos corpos.</p>

Fonte: Do Autor.

Em paralelo ao Plano de Ensino (Quadro 3.3), foi elaborado também um cronograma indicando o material utilizado, os procedimentos adotados e o tempo de aula destinado para realização de cada atividade.

Quadro 3.3: Atividades realizadas, utilizando o MI, na disciplina Física no grupo experimento.

Aula	Material Utilizado				Atividades e procedimentos
	Texto	Vídeo	Simulação	Experimentos	
1	-	-	-	-	Distribuição e apresentação do MI.
2 e 3	“O Sistema Internacional de Unidades”.	-	-	-	Leitura do texto; Discussão do assunto em grande grupo; Realização dos exercícios.
3 e 4	-	-	-	-	Revisão do assunto da aula anterior com resolução de exercícios; Introdução ao Mapa Conceitual; Realização de um MC sobre o “Navio”; Apresentação do MC sobre o “Navio” por cinco alunos da turma; Realização do MC sobre O “Movimento dos Corpos”.
4 e 5	-	“Os dez melhores submarinos do Mundo”.	-	-	Revisão da aula anterior com comentários dos MC elaborados; Exibição do Vídeo e comentários sobre o vídeo; Introdução ao Estudo dos Movimentos: conceitos de partícula, movimento e referencial.
6 e 7	-	-	-	-	Revisão da aula anterior; Introdução dos conceitos de velocidade, velocidade média e aceleração;
8 e 9	-	-	-	-	Apresentação e discussão em grande grupo do MC sobre o Movimento dos corpos elaborado pelo professor/orientador.
10 e 11	-	-	-	Força Gravitacional; Força Magnética Força Elétrica.	Conceito de força; Realização dos experimentos;
12 e 13	-	-	Simulação no movimento do submarino NOA.	Submarino de Garrafa Pet; Força de Empuxo.	Operações com grandezas Vetoriais; Realização dos experimentos; Apresentação do Simulador NOA.
14 e 15	-	-	Simulação no movimento do submarino NOA.	Força de Empuxo.	Revisão da aula anterior; Realização, novamente, do experimento; Realização da simulação NOA.
15 e 16	-	-	Simulação no movimento do submarino NOA.	Movimento de um bloco sendo arrastado numa mesa preso por fio a um recipiente; Movimento de uma esfera quando a soma de forças tende a um valor nulo!	Realização de uma revisão da aula anterior por meio do simulador; Realização do experimento relativo à Segunda lei de Newton; Retornamos ao simulador para exemplificar essa situação; Apresentamos a segunda experiência para demonstrar melhor a ideia da Primeira lei de Newton;
17	-	-	-	O movimento dos alunos sobre Skates.	Revisão da descrição do movimento e da Primeira e Segunda Lei de Newton; Apresentação do experimento relativo à Terceira Lei de Newton;
18	-	-	-	-	Realização do MC final.

Fonte: Do Autor.

Tendo em mãos o Plano de Ensino, o Cronograma e o MI, iniciou-se a sua aplicação. Para o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, cada aluno do Grupo Experimental recebeu uma cópia integral do Material Instrucional elaborado.

No primeiro encontro foi apresentado aos alunos o MI e realizado um breve resumo da Teoria da Aprendizagem Significativa que foi utilizada como referencial para a elaboração do Material. Além disso, foi mostrado como o MI está estruturado, relatando os tópicos a serem abordados e as atividades propostas ao longo de cada seção.

Após a apresentação, na aula seguinte foi introduzido o conteúdo de Grandezas Físicas, do Sistema Internacional de Unidades e de Notação Científica. Esse conteúdo faz parte do Sumário de Física proposto pela Diretoria de Ensino da Marinha e por esse motivo foi contemplado na parte inicial do MI.

No terceiro encontro, foi realizada uma apresentação para os alunos utilizando o data-show sobre o conceito de Mapa Conceitual. Baseada na proposta de Ferracioli (2007), essa apresentação continha orientações e um passo a passo de como construir um Mapa Conceitual (MC). Em seguida, a título de exercício, os alunos foram convidados a realizarem um Mapa Conceitual sobre o conceito de “Navio”. Após a confecção desses MC, cinco alunos foram convidados a fazerem uma apresentação oral dos seus mapas para toda a turma. Essa apresentação foi mediada pelo professor e seguida por uma discussão com o grande grupo sobre o tema em questão.

Essa atividade inicial possibilitou que os alunos percebessem como os mapas realizados pelos seus colegas de turma são diferentes uns dos outros, e, além disso, como cada um deles aborda os mesmos conceitos de maneiras distintas. Ao longo dessa aula o professor fez várias intervenções e comentários a respeito da estruturação e dos conceitos presentes nos mapas construídos.

Terminado a apresentação inicial, os alunos foram convidados a elaborarem outro Mapa sobre o entendimento do conceito de movimento, sendo denominado no trabalho em questão de Mapa Conceitual Inicial. Os conceitos presentes no Mapa Inicial possibilitaram avaliar os significados que os alunos atribuem aos conceitos relevantes relacionados ao movimento dos corpos, sendo de extrema importância para a Avaliação e para a busca da Aprendizagem Significativa dos tópicos específicos abordados no MI.

Além dos Mapas Conceituais, ao longo das aulas o professor/mestrando procurou levar o aluno por meio das Perguntas contidas no MI a discutir o novo conhecimento. Essas discussões em consonância com o passo dois para elaboração de uma UEPS (Moreira, 2011d) possibilitavam aos alunos externalizar os significados dos conceitos abordados, aceitos ou não no contexto da matéria de ensino e o processo da Negociação de Significados. Em seguida, retomando as características mais relevantes, o conteúdo proposto era apresentado.

A título de informação de como essa estratégia foi utilizada, após a exibição do vídeo “Os dez melhores submarinos de Guerra” (p.15), os alunos foram solicitados a responderem, individualmente, a seguinte pergunta:

***P1:** “Após assistir ao vídeo, você seria capaz de identificar alguns conceitos de Física, relacionado à construção e ao funcionamento dos submarinos? Caso responda que sim, escreva o nome desses conceitos no espaço abaixo”.*

Após ser dado um tempo para responderem essa pergunta no espaço indicado no MI, os alunos foram convidados a falar para toda a turma, quais os conceitos físicos presentes no vídeo que foram identificados por ele. Esse momento possibilitou uma discussão entre os alunos em torno dos conceitos físicos relevantes presentes no Recurso Instrucional, permitindo também o processo de interação social. Segundo Moreira (2011b, p.92), “Essa interação implica um mínimo de duas pessoas intercambiando significados; implica também certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio [...]”.

Além do vídeo citado, foi solicitado que os alunos assistissem, no horário da Recreação (horário livre), a dois filmes: “20.000 Léguas Submarinas” e “Caçada ao Outubro Vermelho”. Esses dois filmes foram disponibilizados aos alunos, em DVD. Caso necessário, os filmes poderiam ser alugados pelos alunos na videoteca da Biblioteca da EAMES. Após assistirem aos dois filmes, foi solicitado aos alunos que escrevessem a sua opinião sobre a importância do estudo da Física na construção, operação e manutenção dos submarinos e, ainda, para a sua atuação como futuro Marinheiro. Essa atividade também foi realizada fora do horário de aula.

Cabe ressaltar que no início de todas as aulas, o professor/mestrando fazia uma revisão do conteúdo abordado na aula anterior, por meio de uma explanação oral ou por meio

de perguntas direcionadas aos alunos, chamando a atenção para os aspectos mais relevantes.


Esta estratégia foi utilizada após exibição do vídeo e leitura dos textos. A título de exemplo podemos citar o texto “Os submarinos brasileiros, de 1914 até os dias de hoje” que foi lido pelos alunos. Terminada a leitura os alunos foram solicitados a elaborar um pequeno texto abordando a necessidade do conhecimento científico para a promoção da evolução tecnológica observada nos diversos submarinos construídos pelo homem.

Durante o desenvolvimento do MI a introdução do conteúdo de ensino era feita de uma maneira conceitual buscando sempre que possível relacioná-lo ao cotidiano dos alunos. Para informação podemos citar: o lançamento de mísseis (p. 22 do MI) utilizado para explicar o conceito de trajetória; o movimento de uma lancha em relação a um píer (p. 24 do MI) para introduzir o conceito de Referencial; as posições sucessivas ocupadas por uma lancha (p.29 do MI) e por um navio em movimento (p. 30) para explicar o conceito de velocidade média; o movimento vertical e horizontal de um submarino (p.50 do MI) para explicar a relação que existe entre força e movimento, dentre outros.

O MI apresentava diversas perguntas relacionadas ao cotidiano dos alunos e situações retiradas das atividades propostas. A título de informação apresentamos a Pergunta P2 tal como formatada no MI, páginas 22 do MI:



P2: Caso você tente se defender de um ataque, você já parou para pensar em quais informações nós devemos saber para que possamos interceptar um míssil lançado pelo inimigo, evitando o estrago causado por uma possível colisão em nosso navio?

Escreva sua resposta aqui.	<small>Como você está se sentindo hoje?</small> 	Caso necessário, corrija sua resposta aqui.
----------------------------	--	---

As respostas geradas a este tipo de pergunta, por meio das discussões mediadas pelo professor/mestrando, possibilitavam também o processo da **Negociação de Significados**.

Os alunos foram convidados a responderem por escrito e a caneta esferográfica, no espaço reservado, às diversas perguntas relacionadas ao conteúdo em questão. Após um

determinado tempo eles eram estimulados a falarem a sua resposta para o grande grupo. Terminada a primeira discussão, o professor apresentava no Data-Show a resposta cientificamente aceita da pergunta, para em seguida, uma nova discussão ser iniciada em torno dessa resposta. Caso os alunos sentissem a necessidade de refazer a sua resposta inicial da pergunta proposta, eles poderiam reelaborá-la e escrevê-la no espaço reservado ao lado da resposta anterior.

As atividades contidas no MI eram sempre acompanhadas de perguntas para os alunos responderem, individualmente, e depois discutirem com o grande grupo tendo o professor/mestrando como mediador. Essas discussões possibilitavam mostrar aos alunos a importância do conteúdo proposto para o cotidiano naval, nesse momento eram apresentados novos exemplos e aplicações.

A título de informação podemos citar: o abastecimento de aviões em pleno voo (p.24 do MI) para explicar o conceito de repouso e de movimento; a trajetória dos aviões da Esquadrilha da Fumaça (p.254 do MI) para explicar o conceito de trajetória; uma viagem de uma fragata do Rio de Janeiro para a cidade de Vitória (p.33 do MI) para explicar o conceito de velocidade média; as competições de remo e de cabo de guerra (p. 39 do MI) para explicar o conceito de força.

Durante a aula o professor/mestrando introduzia os conceitos físicos por meio de uma breve exposição oral (quadro branco e Data-Show) ou realizava Experimentos Demonstrativos ou Simulação Computacional, procurando, na medida do possível, levar em consideração o processo da Diferenciação Progressiva e partir do mais intuitivo.

Os Experimentos Demonstrativos (p. 41, 42, 50, 51, 61, 69 e 74 do MI) e a Simulação Computacional (p. 54 e 68 do MI) buscava apresentar o conteúdo num nível mais alto de complexidade. Todas as atividades foram demonstrativas e realizadas por um ou dois alunos sempre auxiliados pelo professor/mestrando.

Antes de realizar a Simulação, foi explicado de forma breve o funcionamento do aplicativo, evidenciando quais os conceitos físicos que poderiam ser visualizados com tal recurso. Após essa explanação, foi lido o roteiro presente no MI sobre a execução em sala de aula e realizada a Simulação.

Durante a realização dos Experimentos e da Simulação, os alunos eram novamente, convidados a responderem nos espaços reservados as Perguntas presentes no MI

relativas aos conceitos abordados e aos procedimentos adotados. Essas atividades colaborativas possibilitavam incentivar a interação social, bem como a Negociação de Significados (MOREIRA, 2011b).

Antes da realização das atividades contidas no MI ou da introdução de um novo conhecimento, verificava-se o domínio dos conhecimentos relevantes pelos alunos para a ocorrência da AS desse novo conhecimento, buscando garantir o princípio da **Consolidação** (MOREIRA, 2011b).

No início do MI (p. 14) os alunos foram convidados a elaborarem um Mapa Conceitual sobre o Movimento dos corpos. Essa tarefa tinha como objetivo fornecer dados para comparar os significados que os alunos atribuíram aos conceitos presentes nesse Mapa com os novos significados atribuídos após a intervenção. Para isso, o professor/mestrando solicitou também ao final quarta seção (p.79) a elaboração de um segundo MC que foi denominado nesta dissertação de Mapas Final.

O sétimo passo da UEPS relacionado à Avaliação da Unidade de Ensino foi levado em consideração pelo professor/mestrando ao longo da implementação do MI. Para essa tarefa, foram utilizados nesse trabalho os registros daquilo que possa ser considerado evidências de Aprendizagem Significativa indicada por meio dos Mapas Conceituais, das Respostas das Perguntas e das Correções no MI, do resultado do Pré e Pós-Testes.

Com relação aos aspectos transversais de uma UEPS, a inclusão de várias atividades no MI segue as orientações de Moreira (2011d, p.5) que recomenda “em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificadas, porém nessas atividades o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados”.

3.8 - Descrições dos Instrumentos de Coleta de Dados

A seguir, serão descritos os instrumentos utilizados para a coleta de dados para avaliar a implementação do MI e seus impactos.

3.8.1 - Pré e Pós-Teste (Avaliação Somativa Individual)

Para a confecção do Pré e do Pós-teste o professor/mestrando teve que seguir as regras da EAMES, que estabelece a realização de três provas em datas pré-estabelecidas ao

longo do ano letivo. Essas regras definem também o conteúdo que deve ser abordado em cada avaliação, o número de questões objetivas e discursivas, e a elaboração em conjunto por três professores da área. Todas as avaliações da EAMES são aplicadas num único dia e no mesmo horário para todos os alunos.

Considerando as regras descritas acima, utilizamos no trabalho em questão os resultados do Pré-Teste aplicado para todos os alunos da Escola, com o objetivo de avaliar o rendimento inicial dos alunos do grupo Experimental e Controle e também para comparar com o rendimento dos alunos no Pós-Teste.

A escolha do conteúdo e das questões de Física a serem abordadas no Pré-Teste foi feita em conjunto pelos três professores da disciplina, por meio de uma reunião, na qual cada professor apresentava a suas sugestões. Após uma discussão em grupo sobre cada questão, as escolhidas foram revisadas e validadas por cada um dos presentes, sendo em seguida submetida à revisão gramatical por uma professora de Português e a uma avaliação de conteúdo pelo Serviço de Orientação Pedagógica (SOP) da Escola.

Para composição do Pré-Teste, foram escolhidas seis questões discursivas e cinco objetivas que abordavam conceitos básicos de Cinemática e de Dinâmica. Como critério de correção do Pré-Teste foi atribuído, para cada aluno, uma nota que varia de zero a dez pontos.

Outro instrumento utilizado como coleta de dados foi à primeira Avaliação de Física (descrita na seção 3.2) realizada no primeiro semestre do ano letivo, que denominaremos de Pós-teste. Todas as questões presentes também foram elaboradas e validadas pelos professores da disciplina que procuram, sempre que possível, utilizar situações presentes no cotidiano naval dos alunos. Por determinação e normas do SOP o número de questões da prova é limitado em no máximo 12 objetivas e 4 discursivas e devem atender, rigorosamente, os objetivos propostos pelo Projeto Específico de Física apresentado no Apêndice B.

O MI elaborado aborda somente os conteúdos iniciais de Cinemática e de Dinâmica, já o Sumário de Física adotado pela EAMES prevê que o conteúdo da primeira Avaliação de Física (Pós-teste) deva compreender até a subunidade 1.13 (Energia) da Unidade 1 (Mecânica). Sendo assim, nesse trabalho em ensino somente as questões do Pós-teste relacionadas ao conteúdo do MI foram utilizadas para a análise dos dados.

O critério utilizado pelo professor/mestrando para a correção do Pós-teste foi o mesmo do Pré-Teste, atribuindo notas de zero a dez para cada prova realizada pelos vinte e dois alunos.

Os resultados obtidos pelos alunos no Pré e no Pós-teste possibilitaram ao professor/mestrando estabelecer comparações estatísticas entre o rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste entre os grupos Controle e Experimental.

3.8.2 - Mapas Conceituais

Mapas Conceituais (MC) ou de conceitos, “são apenas diagramas indicando as relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos” Moreira (2011b, p. 123). Nesses diagramas os conceitos são colocados dentro de figuras geométricas e ligados por linhas indicando, no entendimento de quem realizou o mapa, uma relação entre esses conceitos. Além disso, no Mapa devem ficar claro quais são os conceitos mais importantes em determinado contexto, e quais são os secundários ou específicos, devendo estar organizados de uma maneira hierárquica, incluindo em muitos casos setas para direcionar a leitura, já os conectores são utilizados para indicar as relações entre esses conceitos.

Segundo Novak e Gowin (apud. MENDONÇA, 2012), os Mapas Conceituais podem ser analisados e avaliados utilizando-se critérios tanto qualitativos como quantitativos. Para a análise dos MC elaborados pelos alunos nesse trabalho, o professor/mestrando optou por utilizar a proposta de Mendonça (2012) que está fundamentada na TAS e na ideia de Mapa Conceitual proposta por Novak (ibid.).

Utilizando Mapas Conceituais, Mendonça (2012) evidenciou em sua pesquisa uma evolução do conhecimento dos alunos, e também uma mudança de significados atribuídos aos conceitos que estavam sendo trabalhados ao longo do ensino. Isso possibilitou observar indícios de que o uso dos MC promoveu ganhos na AS em todos os contextos investigados. Na sua pesquisa, a autora analisou os mapas elaborados pelos alunos antes, durante e depois da sequência de ensino, estabelecendo critérios qualitativos e quantitativos e para avaliação dos mesmos.

No presente trabalho em ensino o professor/mestrando analisou os Mapas Conceituais elaborados pelos alunos no início e no final da intervenção.

Para a análise qualitativa Mendonça (ibid.) classificou os mapas quanto aos graus de Hierarquia Conceitual (HC) de acordo com as categorias indicadas no Quadro 3.4.

Categorias	Características	Informações Relevantes
Alta (A) Possui conceitos relevantes para compreensão do tema.	Contém informações conceituais relevantes; está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos e os exemplos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas.
Média (M) Indica pouca compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
Baixa (B) Indica ausência de compreensão do tema.	Apresenta um ou dois conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Possui hierarquia básica, demonstrando ou não sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.
Nula (N) Indica completa ausência de compreensão do tema.	Não apresenta os conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Não há uma hierarquia básica, demonstra sequências lineares e conhecimentos simples.

Quadro 3.4: *Categorias de análise da Hierarquia Conceitual.*

(Fonte: Mendonça, 2012)

Além da classificação quanto à Hierarquia Conceitual (HC) dos Mapas confeccionados pelos alunos, Mendonça (2012) faz também, no seu estudo, uma análise qualitativa da Qualidade dos Mapas (QM). Para isso, a autora classificou os MC de acordo com três categorias: Mapa Bom (MB), Mapa Regular (MR) e Mapa Deficiente (MD).

Os critérios considerados para essa classificação quanto à Qualidade dos Mapas estão apresentados no Quadro 3.5.

Categorias	Características	Informações relevantes
MC Bom (MB) Indica maior compreensão do tema.	Contém informações conceituais relevantes; está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos e os exemplos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas, presença ou não de exemplos.
MC Regular (MR) Indica pouca Compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
MC Deficiente (MD) Indica ausência de Compreensão do tema.	Não apresenta os conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Hierarquia básica, demonstrando sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são simples.

Quadro 3.5: *Categorias de Análise da Qualidade do MC.*

(Fonte: Mendonça, 2012)

Além da análise qualitativa, Mendonça (2012) estabeleceu critérios para a análise quantitativa dos MC.

Esses critérios estão descritos no Quadro 3.6.

Critérios	Definição
Conceitos	Palavras inseridas nos mapas que estão no interior de um quadrado ou de um círculo.
Conceitos Válidos	São palavras que estão relacionados direta ou indiretamente ao tema abordado. Verbos não foram considerados conceitos válidos, assim como as frases que não possuem sentido claro.
Proposições	Foram consideradas as “linhas” que fazem a ligação entre dois ou mais conceitos. Nessas proposições pode haver palavras de ligação, mas não são obrigatórias.
Proposições Válidas	São as “linhas” com ou sem palavras de ligação que possuem sentido na união entre dois conceitos.
Relações Cruzadas	São proposições que atravessam níveis hierárquicos, realizando uma ligação direta entre os lados.
Exemplos	Referem-se a modelos que servem para indicar uma aplicação direta do tema.

Quadro 3.6: Critérios quantitativos utilizados para a classificação dos MC.

(Fonte: Mendonça, 2012)

A análise dos Mapas Conceituais elaborados possibilitou ao professor/mestrando avaliar quais os significados que os alunos apresentavam aos conceitos relevantes relacionados ao movimento dos corpos. Além disso, a atividade de confeccionarem um Mapa Conceitual possibilita que os alunos reorganizem o seu entendimento sobre os conceitos relacionados ao Movimento dos corpos. Segundo Moreira (2011b, p. 128), os Mapas Conceituais podem ser usados “[...] para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas”.

Para Moreira (2011b, p. 127), a técnica de mapeamento conceitual é flexível e pode ser utilizado como um “[...] instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação”. Sendo assim, no trabalho em questão, o professor/mestrando utilizou os Mapas Conceituais para analisar e avaliar os significados atribuídos pelos alunos aos conceitos relevantes relacionados ao movimento dos corpos.

Com isso, os Mapas Conceituais Iniciais e Finais elaborados pelos alunos do grupo Experimental foram analisados e classificados quanto à Qualidade e quanto à Hierarquia

Conceitual seguindo critérios qualitativo-quantitativos definidos por Mendonça (2012), para em seguida serem comparados por meio de testes estatísticos.

O resultado dessa classificação permitiu ao professor/mestrando: comparar os resultados da soma dos valores numéricos dos Critérios Quantitativos dos Mapas Inicial e Final; permitiu também medir o nível de concordância entre o Mapa Inicial e o Final quanto à Hierarquia Conceitual e Qualidade dos Mapas; verificar estatisticamente se a Hierarquia Conceitual e a Qualidade do Mapa Final estão, estatisticamente, correlacionadas com os rendimentos obtidos pelos alunos no Pós-teste; identificar e relacionar os conceitos considerados relevantes presentes nos MC.

3.8.3 - Perguntas Presentes no MI

Ao longo de todo o MI foram apresentadas perguntas para serem respondidas pelos alunos. Essas perguntas tinham como objetivos: promover os processos da Negociação de Significados e possibilitar ao professor/mestrando verificar se os conteúdos apresentados estavam sendo consolidados pelos alunos.

Buscamos, nessa seção, refletir as informações relevantes que as Respostas e as Correções dos estudantes podem fornecer a respeito do conteúdo que foi apresentado. Para a análise das Respostas e das Correções das perguntas presentes no MI o professor/mestrando utilizou os critérios definidos de acordo com a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011).

Segundo Bardin (2011), antes de estabelecer os critérios para a Análise de Conteúdo, o professor deve realizar uma leitura de todas as respostas. Após ter uma visão geral das respostas ele pode estabelecer as categorias, identificando as características e informações (conceitos) relevantes que cada resposta deve conter. Após essa categorização as respostas analisadas podem ser enquadradas.

Os critérios definidos e adotados nesse trabalho para cada categoria estão apresentados no Quadro 3.7.

Categorias	Características	Informações relevantes
Adequada (A)	Resposta que coincide com a esperada, de acordo com o estabelecido pelo conhecimento científico aceito.	Utilização de conceitos e grandezas corretas, com proposições corretas.
Parcialmente Adequada (PA)	Resposta que contém ideia geral correta ou próxima à esperada, porém com utilização de grandezas ou conceitos incorretos.	Demonstra possuir conceitos alternativos ou falha na compreensão do significado da grandeza utilizada. Por isso, as proposições utilizadas podem estar incorretas.
Inadequada (I)	Resposta que não possui as informações necessárias para explicação do fenômeno ou que diverge do estabelecido pelo conhecimento científico.	Demonstra não possuir conhecimento acerca do assunto abordado, ou inverte as características dos conceitos/grandezas analisados na questão.
Branco (B)	Respostas em branco.	-
Não Necessita Correção (NC)	Não necessitou de correção, pois a resposta dada pelo aluno já estava correta.	-

Quadro 3.7: *Categorias para análise das Respostas e na Correção dadas às questões presentes no MI.*
(Fonte: Silva, 2014)

Os resultados obtidos por meio da análise das respostas, correções e discussões dessas perguntas, permitiu ao professor/mestrando avaliar os significados que os alunos atribuem aos conceitos relevantes relacionados ao Movimento dos corpos, possibilitando também a obtenção de possíveis indicativos de progressos dos alunos em relação ao conteúdo abordado.

Os resultados das respostas das perguntas foram comparados por meio dos testes estatísticos com o desempenho dos alunos no Pós-teste, com o intuito de verificar se existe uma correlação entre os acertos das questões do Pós-teste com a média de acertos das perguntas presentes no MI (que tem em comum o mesmo conteúdo). Foram também comparadas com o “estado de Humor” dos alunos.

3.8.4 - Indicação do “Estado de Humor” do aluno

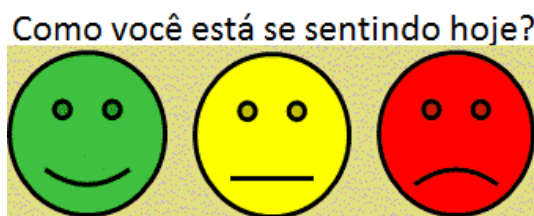
Com a intenção de verificar se o “Estado de Humor” pode influenciar na qualidade das respostas às perguntas propostas e na qualidade dos Mapas Conceituais elaborados no

Material Instrucional, o professor/mestrando propõe a adoção de uma estratégia que consiste no aluno assinalar antes de ler cada pergunta associada ao conteúdo presente no MI, ou antes, de realizarem os Mapas Conceituais, uma opção que indica como ele está sentindo naquele momento.

São três “carinhas”, uma indicando “alegria”, outra indicando “Nem muito alegre/Nem muito triste” e a última “triste”. A indicação de uma dessas três “carinhas” no trabalho em questão será chamada de “Estado de Humor” do aluno.

A Figura 3.5 indica a representação dessas “carinhas”.

Figura 3.5: Indicação do “Estado de Humor” dos alunos antes de responderem às perguntas no MI.



Fonte: Do Autor.

Os dados obtidos por essa estratégia foram tabulados e agrupados, sendo em seguida e por meio de testes estatísticos, correlacionados com a qualidade dos Mapas Conceituais, e com as Respostas Adequadas das perguntas presentes no MI, buscando assim, verificar possíveis relações entre essas variáveis.

3.8.5 - Diário de Bordo

O Diário de Bordo foi elaborado a partir de observações em sala de aula e das reflexões do professor/mestrando em relação comportamento dos alunos ao longo da aplicação do MI, sendo realizado ao término de cada aula. Esse instrumento possibilita perceber os fatos ocorridos durante uma determinada aula e também ao professor/mestrando uma auto-reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Cãnete (2010; p. 61), o Diário de Bordo,

“[...] faz parte de um conjunto de documentos – dossiês, portfólios, memoriais, cadernos reflexivos, diários de aula, biografias, autobiografias e outros – que ultrapassa a escrita burocrática e tem a intenção de registrar a prática pedagógica do professor e possibilita (re) pensá-la. Essa escrita pode permitir que o professor se configurasse como produtor de conhecimentos sobre a prática.”

Além disso, a elaboração do Diário de Bordo contribuiu para o professor/mestrando avaliar suas intenções, interações e efeitos da prática docente, na tomada de decisões ou nas propostas de mudança, tanto nos seus aspectos ou vivências positivas, como nas insatisfatórias ou negativas.

Pelo exposto e por considerar o Diário de Bordo como uma ferramenta importante no processo de investigação educacional, ele foi utilizado no trabalho em questão como instrumento que permite ao professor/mestrando avaliar a utilização do MI elaborado durante todo o processo.

3.8.6 - Questionário de Opinião

Na tentativa verificar a opinião dos alunos em relação às atividades propostas no MI, o professor/mestrando utilizou também o Questionário de Opinião.

Os aspectos abordados nas perguntas do Questionário de Opinião (Apêndice C) foram: o nível de entendimento dos alunos relacionado ao assunto Movimento dos corpos antes da apresentação do MI; se os Recursos Instrucionais utilizados no MI contribuíram para: despertar o interesse, motivar, aumentar a participação nas aulas, estimular a responderem as perguntas; estimular a resolver os exercícios; pensar em situações semelhantes; compreender o tema; e outros aspectos que o aluno julgasse importante.

Para que os alunos pudessem emitir a sua opinião por meio das dez perguntas objetivas foi utilizada no Questionário a Escala Likert com opções que variavam de 1 (Ruim) a 5 (Ótimo). As respostas da questão aberta foram tabuladas separadamente.

As respostas dadas pelos alunos no questionário foram tabuladas e analisadas. Os resultados desses dados permitiram ao professor/mestrando verificar o nível de entendimento dos alunos sobre o Movimento dos corpos antes da implementação do MI e a opinião dos alunos a respeito dos Recursos Instrucionais utilizados, auxiliando na avaliação dos impactos da utilização do Material elaborado.

3.8.7 - Entrevista com os alunos

Buscando complementar a opinião dos alunos em relação ao MI elaborado obtidas por meio do Questionário aplicado e pelo Diário de Bordo, o professor/mestrando realizou uma entrevista semiestruturada com os sujeitos da pesquisa.

A entrevista semiestruturada tem como característica a utilização de questionamentos básicos relacionados ao tema da pesquisa que são apoiados em teorias e hipóteses.

Para Manzini (1990/1991, p. 154), a entrevista

“[...] semi-estruturada está focalizada em um assunto sobre o qual confeccionamos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. Esse tipo de entrevista pode fazer emergir informações de forma mais livre e as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas.”

A entrevista realizada utilizou como meio a linguagem, e serviu como um processo de interação social entre o professor/mestrando, que tinha um objetivo previamente definido, e o entrevistado que, supostamente, possui as informações relacionadas à pesquisa em pauta.

Com o intuito de atingir o objetivo da entrevista, o professor/mestrando elaborou um roteiro (Apêndice D) a ser seguido, e, ainda, levou em consideração os seguintes cuidados ao formular as perguntas: 1) quanto à linguagem; 2) quanto à forma; e 3) quanto à sequência do roteiro.

Sendo a entrevista um processo de interação social, os dados obtidos por esse processo também são de natureza social, e devem ser levado em conta no momento da interpretação de seus resultados (MANZINI, 1990/1991). A entrevista foi gravada em áudio e o professor/mestrando transcreveu todas as respostas dadas pelos alunos.

As perguntas básicas e principais desse roteiro foram respondidas pelos sujeitos do trabalho em ensino ao professor/mestrando após a aplicação do MI.

O objetivo da Entrevista foi permitir e incentivar o aluno a falar livremente sobre assuntos abordados pelo entrevistador, esses depoimentos poderão permitir ao professor/mestrando compreender e interpretar melhor os resultados quantitativos obtidos pelos outros instrumentos de coleta de dados (Diário de Bordo, Questionário de Opinião, “Estado de Humor”) utilizados no trabalho.

3.9 – Técnicas de Análise de Dados.

Os dados coletados com os seguintes instrumentos foram analisados qualitativamente: Questionário de Opinião dos alunos, a Entrevista, as anotações do Diário de Bordo do professor/mestrando, os conceitos presentes nos Mapas Conceituais elaborados

(Mendonça, 2012), a explicação por escrito dos Mapas, as Respostas e as Correções das Perguntas presentes no MI (Bardin, 2011).

A tarefa de analisar qualitativamente os Mapas e as respectivas explicações dos mesmos possibilitou ao professor se colocar na perspectiva de quem fez o mapa e interpretá-lo segundo a ótica do aluno. Para relatar essa estratégia são apresentados exemplos de Mapas Conceituais elaborados pelos alunos e, também, alguns trechos de suas explicações com comentários interpretativos (seção 4.2.1 do Capítulo de Análise de Dados).

Já o Pré, o Pós-Teste, a Qualidade, a Hierarquia dos Mapas Conceituais foram analisados quantitativamente utilizando procedimentos estatísticos. A Estatística Descritiva foi utilizada para se obter a média, o desvio-padrão e a proporção. A Estatística Inferencial foi utilizada para testar algumas hipóteses e fazer algumas correlações.

A análise estatística foi realizada pelo Laboratório de Estatística (Lestat) da Universidade Federal do Espírito Santo. Para realização dos testes utilizou-se o pacote computacional SPSS, versão 20.0, que executa análises, desde as simples estatísticas descritivas (média, desvio-padrão e tabelas de frequências) a métodos avançados (análise de variância, modelos de regressão multivariável e outros) gerando tabelas e gráficos que resumem os dados.

Os testes estatísticos se dividem em *paramétricos* que são utilizados quando existe normalidade na distribuição e possui alto poder estatístico, e *não paramétricos* que são aplicados quando os dados não são normais e têm um menor poder estatístico. Como os dados desse trabalho são descritos como normais, e como a amostra é pequena (formada por 22 alunos do Grupo Experimental), utilizamos os testes *não paramétricos* (MOORE, 2011).

A estatística de teste que é calculada a partir de dados amostrais mede o quanto os dados divergem do que esperaríamos se a hipótese nula for verdadeira. A probabilidade, calculada supondo a hipótese nula verdadeira assume um valor tão ou mais extremo do que o valor realmente observado é chamado de p-valor (valor P) do teste. Quanto menor o p-valor, mais forte é a evidência contra a hipótese nula fornecida pelos dados.

Cabe ressaltar que, nos testes realizados nesse trabalho foi adotado o nível de significância de 5%, ou seja, existem cinco chances em 100 de a hipótese nula ser verdadeira. Se o p-valor encontrado for menor que 0,05 a hipótese nula é rejeitada.

- $p\text{-valor} \leq 0,05 \Rightarrow$ Resultado estatisticamente significativo.
- $p\text{-valor} > 0,05 \Rightarrow$ Resultado estatisticamente não-significativo.

Vamos, a seguir, descrever de forma breve as principais características de cada um dos testes utilizados nesse trabalho, sem o comprometimento de nos aprofundarmos muito, visto que esse não é o objetivo principal desse trabalho.

3.9.1- O teste de Wilcoxon

O teste de Wilcoxon é um método *não paramétrico* e deve ser utilizado quando duas amostras antes e depois (Pré e Pós-teste) de uma mesma população são comparadas. Esse tipo de situação é a mais comum encontrada na prática estatística.

Um problema de duas amostras pode surgir de um experimento comparativo que divide os sujeitos aleatoriamente em dois grupos e expõe cada grupo a um tratamento diferente. O objetivo do teste de Wilcoxon é comparar as performances de cada sujeito (ou pares de sujeitos) no sentido de verificar se existem diferenças significativas entre os seus resultados nas duas situações.

Como nesse trabalho em ensino comparamos dois grupos (Grupo Controle e Experimental), no qual um foi submetido a um tratamento (MI) e o outro não, o teste de Wilcoxon foi utilizado para avaliar se houve diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos alunos entre Pré e Pós-teste aplicados a esses grupos.

3.9.2- Teste U de Man-Whitney

O teste U de Mann-Whitney também é um teste *não paramétrico* alternativo é utilizado para comparar as médias de duas amostras independentes, aleatórias, contendo variáveis em análise numéricas ou ordinais.

Esse teste foi utilizado no trabalho em questão para avaliar se existem diferenças estatisticamente significativas, no desempenho dos alunos no Pré e Pós-teste, entre o grupo Experimental e Controle separadamente. Em outro momento do trabalho esse

teste também foi utilizado para avaliar se houve diferenças estatisticamente significativas entre os acertos/erros das questões do Pós-teste e as respostas dos alunos nas perguntas presentes no MI.

3.9.3- Teste do Qui-quadrado

Uma das propriedades mais úteis do Qui-quadrado é que ele testa a hipótese nula de que as variáveis linha e coluna não são relacionadas entre si, sempre que essa hipótese fizer sentido para uma tabela de dupla entrada.

No trabalho desenvolvido, esse teste foi utilizado para verificar se não há relação entre o percentual de acertos por questões do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) do Grupo Controle com o percentual de acertos dessas mesmas questões realizadas pelos alunos do Grupo Experimental.

3.9.4- Teste Kappa

Para descrevermos a intensidade da concordância entre dois métodos de classificação (por exemplo, dois testes de diagnóstico), utilizamos a medida Kappa que é baseada no número de respostas concordantes, ou seja, no número de casos cujo resultado é o mesmo entre dois testes.

Para avaliar se a concordância é razoável, fazemos um teste estatístico para avaliar a significância do Kappa. Esta medida de concordância tem como valor máximo o 1, onde esse valor representa total concordância. Valores próximos e até abaixo de 0, indicam nenhuma concordância, ou que, simplesmente, a concordância foi exatamente a esperada pelo acaso.

Nessa pesquisa o Teste Kappa foi utilizado para avaliar se existe uma concordância razoável entre os Mapas Iniciais e Finais quanto a Hierarquia Conceitual e quanto a Qualidade com o “Estado de Humor” dos alunos.

3.9.5- Análise de Variância (ANOVA)

A análise da variância (ANOVA) é um método estatístico para a comparação das médias de várias populações, com base em amostras aleatórias independentes ou nas respostas médias a vários tratamentos em um experimento comparativo aleatorizado.

Essa análise tem como objetivo verificar se há diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, e de verificar se esses resultados são efeitos dos tratamentos.

Nesse trabalho, a ANOVA foi utilizada para comparar as médias obtidas pelos alunos no Pós-teste realizado com a Hierarquia Conceitual e a Qualidade dos Mapas Conceituais, e também com “Estado de Humor” dos alunos.

3.9.6- Correlações de Spearman

O coeficiente de correlação de Spearman é uma estatística *não paramétrica* e pode ser usada para medir o grau de associação ou de relação linear mútua entre as variáveis. Para verificar se duas variáveis estão relacionadas é preciso observar se as mudanças em uma variável correspondem a mudanças similares na outra.

Nesta investigação, as correlações de Spearman foram usadas para verificar se houve uma relação linear entre as notas dos alunos no Pós-teste com as Respostas classificadas como Adequadas dos alunos nas perguntas presentes no MI. Além disso, foi utilizado para verificar se houve uma relação linear entre as notas dos alunos no Pós-teste com o “Estado de Humor” dos alunos antes de realizarem essas perguntas.

3.9.7- Teste do Kruskal-Wallis

Este teste pode ser considerado uma extensão do teste U de Mann-Whitney que é aplicado quando temos somente 2, já Teste do Kruskal-Wallis e é aplicado quando temos k amostras independentes.

Nesse trabalho em ensino o Teste do Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar o resultado da correção da questão Q16 do Pós-teste com a média dos acertos do grupo de perguntas presentes no MI por tratar-se de três categorias, visto que essa questão do Pós-teste era discursiva e sendo que para a sua correção o professor/mestrando

considerou três categorias: se o aluno Errou, Acertou/Parcialmente, ou Acertou a questão.

3.10 - Avaliação do Material Instrucional

Para avaliar o Material Instrucional elaborado, foram utilizados os seguintes instrumentos de registro e de coleta de dados: **Pré e Pós-testes** (Avaliação Somativa Individual); **Mapas Conceituais** desenvolvidos pelos estudantes antes e depois da apresentação do novo conhecimento por meio do MI; respostas dadas pelos alunos às **Perguntas e Correções** contidas no MI; as indicações do “**Estado de Humor**” dos alunos antes de realizarem os Mapas Conceituais e de resolverem as perguntas presentes ao longo do MI; as anotações realizadas pelo professor no **Diário de Bordo**; **Questionários de Opinião** e **Entrevista** realizadas com os alunos.

Cabe esclarecer que todos esses instrumentos foram aplicados aos alunos do grupo Experimental, sendo que o grupo Controle realizou apenas os Pré e Pós-Testes. Assim as diferenças entre os rendimentos entre ambos os grupos podem nos dar indícios sobre o efeito da aplicação do MI.

No trabalho em questão o professor/mestrando realizou análises quantitativas para: (1) avaliar se existem diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos alunos entre os Pré e Pós-testes no Grupo Controle e Experimental; (2) medir o nível de concordância entre o Mapa Inicial e o Final quanto à Hierarquia Conceitual e quanto à Qualidade dos Mapas; (3) verificar se existe uma correlação entre as notas de cada questão do Pós-teste com a Média de acertos do Grupo de perguntas presentes no MI; (4) verificar se existe uma concordância entre as indicações dos “Estados de Humor” dos alunos com a Qualidade e a Hierarquia Conceitual dos Mapas elaborados; (5) verificar se o “Estado de Humor” dos alunos se correlaciona com as Respostas Adequadas às perguntas presentes no MI.

Já as análises qualitativas foram utilizadas para: (1) classificar os mapas quanto aos graus de Hierarquia Conceitual e quanto a Qualidade dos Mapas; (2) interpretar as informações das explicações dadas pelos alunos ao realizarem os seus Mapas Conceituais; (3) identificar e relacionar os conceitos considerados relevantes presentes nos MC's; (4) avaliar a implementação do MI por meio do Diário de Bordo; (5) levantar a

opinião dos alunos a respeito dos Recursos Instrucionais utilizados no MI por meio do Questionário de Opinião; (6) complementar as opiniões dos alunos por meio da Entrevista.

3.11 – Questões Éticas

Como forma de respeitar as normas éticas de pesquisa, foi elaborado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice E), que foi entregue aos participantes do trabalho em ensino. Por serem todos maiores de idade, os próprios estudantes leram e assinaram o Termo de Consentimento.

Foi assegurada inteira liberdade aos estudantes para se retirarem do trabalho em ensino a qualquer momento que desejassem e, também, a total confiança e anonimato quanto aos resultados apresentados.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo apresentaremos as análises dos dados coletados por meio dos instrumentos descritos na seção 3.9 e os resultados. Para isso, inicialmente na seção 4.1 apresentaremos os resultados do desempenho dos alunos obtidos no **Pré-teste** e no **Pós-teste** (Avaliação Somativa Individual). Em seguida, na seção 4.2, apresentaremos os resultados da análise dos **Mapas Conceituais** desenvolvidos pelos estudantes antes e depois da aplicação do MI. Já na seção 4.3 apresentaremos a análise das **Respostas e Correções** dadas pelos estudantes às Perguntas contidas no MI. Na seção 4.4 analisaremos as indicações do **“Estado de Humor”** dos alunos antes de resolverem as perguntas presentes no Material Instrucional e de elaborarem os Mapas Conceituais. Na seção 4.5, discutiremos os registros e reflexões do professor/mestrando sobre a aplicação do MI, utilizando as anotações contidas no **Diário de Bordo**. Nas seções 4.6 e 4.7 analisaremos o **Questionário de Opinião** e a **Entrevista** realizada com alunos para avaliá-la o Material Instrucional elaborado.

4.1 – Resultados do Pré e do Pós-teste

Nessa seção será mostrada a análise dos resultados obtidos pelos alunos no Pré e no Pós-teste (Avaliação Somativa Individual). Essa análise tem como orientações o passo oito para elaboração de uma UEPS proposta por Moreira (2011d), que diz que um material de ensino poderá ser considerado exitoso se a avaliação de desempenho realizada pelos alunos fornecer evidências da Aprendizagem Significativa, i.e, se o aluno por meio da captação de significados, consegue compreender, explicar e aplicar o novo

conhecimento para resolver outras situações-problema diferentes das apresentadas anteriormente.

O Pré e o Pós-teste aplicados para avaliar o desempenho dos estudantes foram compostos por questões objetivas e discursivas, sendo as mesmas elaboradas seguindo as orientações e normas da EAMES descritas na seção 3.9.1 do Capítulo 3.

Para compor a nota alcançada pelos alunos no Pré-teste, o professor/mestrando utilizou os resultados de todas as questões presentes no mesmo. No entanto, no Pós-teste foram consideradas somente as nove questões que apresentavam uma relação com os conteúdos abordados no MI elaborado.

O Quadro 4.1 apresenta a identificação do número das questões presentes no Pós-teste e que consideradas para análise dos dados no trabalho, com o respectivo conteúdo abordado em cada uma delas.

Questão	Conteúdo abordado em cada questão do Pós-teste	
Objetiva	Q1	Conceitos do movimento.
	Q2	Aceleração média.
	Q3	Movimento, Repouso e Referencial.
	Q4	Velocidade média.
	Q7	As três Leis de Newton.
	Q10	Ação e Reação.
Discursiva	Q13	Resultante de um Sistema de Forças.
	Q15	Segunda Lei de Newton.
	Q16	Posição e Deslocamento.

Quadro 4.1: *Relação das questões do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) e o conteúdo presente no Material Instrucional.*

(Fonte: Do Autor).

Como vimos na seção 3.9.1 o critério de correção utilizado no Pré e no Pós-teste foi atribuir, a cada aluno, uma nota que varia de 0,0 (zero) a 10,0 (dez) para a quantidade de acertos.

Buscando avaliar se existem diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos alunos entre Pré e Pós-teste, no Grupo Controle e Experimental, comparamos os rendimentos dos alunos nessas avaliações. A partir daí, os dados foram analisados por meio de testes estatísticos de Wilcoxon com os resultados são apresentados na Tabela 4.1.

A hipótese nula adotada para esse teste é:

H_0 : Os rendimentos dos alunos no Pré e no Pós-teste são os mesmos para os Grupos Experimentais e Controle.

Tabela 4.1: *Rendimento dos alunos no Pré e do Pós-teste, dentro de cada um dos grupos (Teste de Wilcoxon).*

Grupo	Momento	Média	DP*	p-valor
Experimental	Pré-teste	3,1	1,1	0,001
	Pós-teste	7,9	1,2	
De Controle	Pré-teste	3,7	0,8	0,001
	Pós-teste	6,6	1,4	

DP* = Desvio-Padrão. (Fonte: Do Autor).

Para todos os testes estatísticos realizados nesse trabalho, adotou-se nível de significância de 5%. Isso significa dizer que se o resultado do p-valor obtido for inferior ou igual a 0,05, podemos dizer que houve diferenças estatisticamente significativas entre as notas obtidas pelos alunos no Pós e Pré-teste.

Sendo assim, o dado de significância estatística (p-valor = 0,001) encontrado na Tabela 4.1 rejeita a hipótese nula e indica que, tanto no grupo Experimental quanto para o Grupo Controle, há diferenças estatisticamente significativas entre os rendimentos obtidos pelos alunos no Pré e no Pós-teste. Esse resultado aponta que houve melhora no desempenho dos alunos dentro de cada um dos grupos.

Uma explicação para essa melhora pode estar relacionada às aulas ministradas em sala de aula pelos professores da EAMES para os alunos desses dois grupos ao longo desse período.

Cabe salientar que os alunos desses dois Grupos também realizaram aulas extras por meio do Apoio Escolar. Entretanto, no contexto deste trabalho de mestrado, o Grupo Controle assistiu aulas tradicionalmente realizadas na EAMES enquanto que o Grupo Experimental assistiu aulas baseadas no MI elaborado para o estudo do Movimento dos corpos.

A partir das observações dos rendimentos dos alunos no Pré e Pós-teste nos Grupos Experimental e Controle foi construído um Diagrama de caixas (em inglês: *Box-plot*), buscando uma melhor visualização do comportamento das notas obtidas pelos alunos.

O Diagrama de caixas é um tipo gráfico estatístico de análise exploratória de dados e consiste de uma linha que se estende do valor mínimo ao valor máximo, em uma caixa com linhas verticais, traçadas no primeiro quartil, na mediana e no terceiro quartil. Os *quartis* são valores que dividem os dados ordenados em quatro grupos com aproximadamente 25% dos valores em cada grupo.

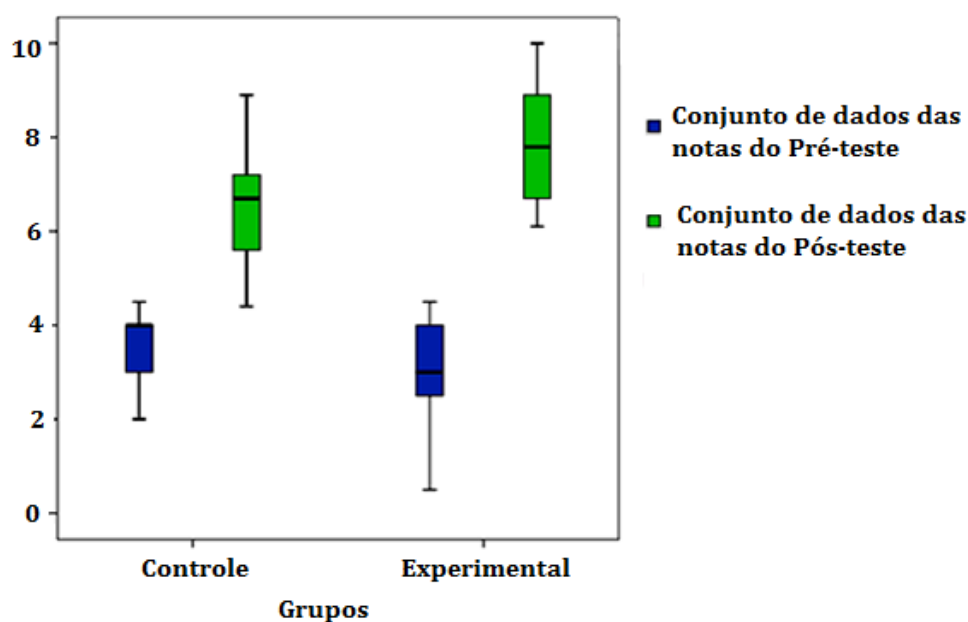


Figura 4.1: Diagramas em caixa que comparam as notas obtidas pelos alunos no Pós e o Pré-teste para o grupo Experimental e Controle. (Fonte: Laboratório de Estatística da Universidade Federal do Espírito Santo).

O diagrama de caixas da Figura 4.1 aponta que o rendimento dos alunos do grupo Experimental no Pré-teste foi, em média, ligeiramente menor que os do grupo Controle (mediana é menor). A mediana é o ponto do meio de uma distribuição, o número tal que metade das observações é menor do que ele e metade, maior. Observa-se também que a mediana do Grupo Controle está mais próxima do terceiro quartil, já a do Grupo Experimental está mais próxima do quartil inferior (primeiro quartil).

Já no Pós-teste os dois grupos apresentaram uma melhora na média. Contudo, após a intervenção por meio do MI a média do grupo Experimental aumentou para 7,9, já a do grupo Controle (que não foi submetido ao tratamento) teve um aumento menor com um valor de 6,6. Percebe-se, também, nos dados da Figura 4.1 que as notas do Pós-teste para o Grupo Experimental são mais fortemente simétricas (numa distribuição simétrica, o primeiro e o terceiro quartis são igualmente distantes da mediana).

Analisando estatisticamente os dados provenientes dos rendimentos dos alunos nesses dois testes percebe-se que o desvio-padrão das notas no Pré-teste do grupo Experimental (DP=1,1) é maior do que as do grupo Controle (DP=0,8). Já no Pós-teste é maior para os alunos do grupo Controle (DP=1,4) do que do Experimental (DP=1,2). O desvio-padrão, assim como a variância, mede a dispersão, considerando o quanto as observações se afastam de sua média. Esse resultado aponta que o rendimento dos alunos no Pós-teste do grupo Experimental foi mais consistente, uma vez que as notas se distanciaram menos da média do que no grupo Controle.

Por fim, o gráfico da Figura 4.1 permite constatar que as notas obtidas pelos alunos nos dois grupos (Controle e Experimental) não apresentam nenhum valor discrepante (*outlier*). A identificação dos *outliers* é importante para o cálculo da média aritmética, que tem como característica a influência dos valores extremos. Eles podem, também, ter efeito sobre o desvio-padrão, sobre a escala do histograma e na forma da distribuição de frequência dos dados.

Para comparar os rendimentos obtidos pelos alunos no Pré e no Pós-teste foi utilizado o teste estatístico U de Man-Whitney. Esse teste compara as medianas das notas obtidas pelos alunos.

A hipótese nula a ser testada é:

H_0 : Os rendimentos dos alunos no Pré e no Pós-teste são o mesmo para o grupo Experimental e Controle.

A Tabela 4.2 apresenta os resultados do teste estatístico U de Man-Whitney.

Tabela 4.2: *Rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste do grupo Experimental e Controle (Teste de Mann-Whitney).*

Momento	Grupo	Média	DP*	N**	p-valor
Pré - teste	Controle	3,7	0,8	22	0,044
	Experimental	3,1	1,1	22	
Pós - teste	Controle	6,6	1,4	22	0,003
	Experimental	7,9	1,2	22	

DP* = Desvio-Padrão, N** = Número de alunos. (Fonte: Do Autor).

O p-valor igual a 0,003 para o Pós-teste rejeita a hipótese nula e indica que existe uma diferença estatisticamente significativa entre as médias das notas dos alunos do grupo Controle e Experimental.

O aumento no rendimento dos alunos no Pós-teste para os dois grupos já era esperado, visto que o conteúdo proposto foi ministrado pelos professores para esses grupos tanto em sala de aula quanto nas Aulas de Apoio. Contudo, o resultado obtido pelo teste estatístico (U de Man-Whitney) aponta que após a intervenção o rendimento dos alunos no Pós-teste para o grupo Experimental apresentou melhor resultado do que os alunos do Grupo Controle.

Este resultado sugere o êxito das aulas ministradas para os alunos do Grupo Experimental por meio do MI, tendo como orientação os pressupostos da TAS e os passos para elaboração de uma UEPS.

Dentre esses passos, destacam-se a contextualização das situações estudadas com o cotidiano naval dos alunos e a diversificação das estratégias de ensino, tais como a inclusão de Experimentos envolvendo as três Leis de Newton (submarino construído por Garrafa Pet) e o uso de Simulações Computacionais envolvendo o movimento de um submarino (NOA).

Destacam-se também os momentos de reflexão e de debates entre os alunos e com o professor, num processo em que o professor/mestrando buscou ouvir mais os alunos. A utilização dessa estratégia, no momento das respostas às perguntas ou no desenvolvimento dos Experimentos e das Simulações Computacionais contidas ao longo do MI, proporcionou situações de Negociação de Significados dos conceitos apresentados.

Por último, destaca-se a preocupação do professor/mestrando ao elaborar o MI e ao ministrar as aulas, que a cada instante buscou ressaltar a utilidade e aplicação dos conteúdos de Física propostos com a realidade dos estudantes. Isso foi feito por meio das figuras e exemplos presentes no Material que procuravam retratar elementos do cotidiano naval (aviões, lanchas navios e submarinos); e nos exercícios resolvidos ou propostos que também buscavam apresentar situações-problema ligadas ao dia a dia dos futuros marinheiros.

Todas essas estratégias e iniciativas adotadas no MI elaborado parecem ter contribuído para a criação de um Material Instrucional potencialmente significativo para os alunos da EAMES (MOREIRA, 2011b).

Ainda buscando explicar as possíveis causas da diferença entre as médias obtidas pelos alunos do grupo Experimental em relação ao Controle, listamos na Tabela 4.3 as questões do Pós-teste relacionadas ao conteúdo proposto no MI e o percentual de acertos dos alunos nas mesmas em cada Grupo.

A hipótese nula a ser testada é:

H_0 : Não existe uma correlação entre o percentual de acertos dos alunos nas questões do Pós-teste do grupo Experimental e Controle.

As questões o percentual de acertos de cada uma delas pelos Grupos e o teste do Qui-Quadrado estão apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Percentual de acertos por questão do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) nos Grupos Controle e Experimental.

Grupos	Percentual (%) de acertos nas questões do Pós-teste								
	Objetivas						Discursivas		
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q7	Q10	Q13	Q15	Q16
Experimental	90,9	90,9	100,0	81,8	81,8	68,2	72,7	81,8	43,2
Controle	95,5	90,9	81,8	86,4	40,9	36,4	31,8	81,8	43,2
p-valor (Teste Qui-Quadrado)	1,000	1,000	0,100	1,000	0,012	0,069	0,015	1,000	1,000

Fonte: Do Autor.

Os dados da Tabela 4.3 apontam que apenas o percentual de acertos nas questões Q1 e Q4 para os alunos do grupo Controle foram estatisticamente superiores aos do grupo Experimental. Essas duas questões abordam, respectivamente, os conceitos de repouso, trajetória, movimento, repouso e de velocidade média.

Para verificar se essas diferenças são estatisticamente significativas, realizamos o teste do Qui-Quadrado.

O resultado desse teste aponta que nas questões Q1, Q2, Q4, Q15 e Q16 os rendimentos nos dois grupos foram exatamente iguais (p -valor = 1,000) aceitando a hipótese nula, mostrando que não houve diferenças estatísticas significativas entre o número de acertos dessas quatro questões no Pós-teste para os dois grupos. Esse resultado sugere que a forma de abordagem dos conteúdos relacionados a essas questões durante as aulas ministradas para os dois grupos parece ter contribuído da mesma maneira para o êxito dos alunos nessas cinco questões.

Entretanto, foi possível observar que existem diferenças quando comparamos a média de acertos das questões Q3, Q7, Q10 e Q13 entre os dois Grupos. O resultado do teste do

Qui-Quadrado aponta que somente as questões Q7 (com p-valor = 0,012) e Q13 (com p-valor = 0,015) apresentaram um resultado menor que 0,05, rejeitando a hipótese nula, mostrando que existe diferença estatisticamente significativa. Essa diferença estatisticamente comprovada para essas duas questões pode estar relacionada com a forma com que o conteúdo presente nessas questões foi abordado no MI.

O conteúdo abordado na questão Q7 está relacionado às três leis de Newton, no MI esse conteúdo foi apresentado por meio de Simulações Computacionais e pela realização de três experimentos. Além disso, foram propostas ao longo do Material, vinte e três perguntas para o aluno responder relacionadas a esse conteúdo. Já para o conteúdo da questão Q13, que trata da resultante de forças, foram propostas no MI quinze perguntas que abordam situações do cotidiano naval. Essas situações, também, foram apresentadas aos alunos por meio dos Experimentos e por Simulações Computacionais que mostravam as forças presentes em um submarino em repouso ou em movimento (emergindo ou submergindo).

4.2 – Análises dos Mapas Conceituais

A técnica de Mapeamento Conceitual (MC) é uma ferramenta utilizada para organizar e representar o conhecimento, hierarquizando os conceitos, sendo proposta na década de setenta por Novak (2000) e por seus colaboradores. Os Mapas Conceituais permitem, ainda, avaliar o conhecimento prévio, diagnosticar as concepções alternativas, e também ajudam aos alunos a reorganizar a sua Estrutura Cognitiva de maneira que os conceitos fiquem mais fortemente integrados.

Para Moreira (2011b), o mapeamento conceitual é uma técnica bastante flexível e pode ser utilizado em diversas situações e para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação. Na avaliação da aprendizagem os MC podem ser valiosos para mostrar como os alunos estão percebendo e interpretando os significados do conhecimento que lhe foi apresentado e como eles estão estabelecendo as relações entre esse conhecimento com ideias, conceitos e preposições já existentes em sua Estrutura Cognitiva. Nesse processo ocorre uma interação entre os conceitos já existentes com o novo conhecimento, servindo de

base para a atribuição de novos significados. Esses novos significados também podem se modificar ao longo dessa interação.

Além disso, a utilização de Mapas Conceituais pode ajudar a promover o processo de Negociação de Significados, pois, ao ensinar, o professor tem a intenção de fazer com que o aluno compartilhe certos significados cientificamente aceitos no contexto da matéria de ensino.

Diante do exposto, o mapeamento conceitual foi utilizado no trabalho de ensino em questão como um instrumento de avaliação da aprendizagem dos conceitos relacionados ao Movimento dos corpos.

Com essa finalidade, os Mapas Conceituais elaborados pelos alunos foram classificados quanto à Hierarquia Conceitual e quanto à Qualidade, tendo como base os critérios de análise de Mapas Conceituais propostos por Mendonça (2012). Essa classificação tem como objetivo buscar uma possível mudança dos significados atribuídos aos conceitos considerados relevantes ao conteúdo que foi ensinado.

Nesse caminho, o professor/mestrando analisou os mapas elaborados pelos alunos antes e depois da aplicação do MI e contabilizou os seguintes critérios: o Total de Conceitos, os Conceitos Válidos, o Total de Proposições, as Proposições Válidas, as Relações Cruzadas e os Exemplos presentes em cada Mapa, para em seguida classificar cada um dos Mapas elaborados.

De posse dessa classificação, os Mapas Iniciais e Finais foram comparados por meio de testes estatísticos. Esses testes serviram para verificar se a Hierarquia Conceitual e a Qualidade do Mapa Final estão, estatisticamente, correlacionadas com os resultados obtidos pelos alunos no Pós-teste. Além dos testes quantitativos, buscamos identificar, relacionar e comparar os conceitos considerados relevantes presentes no Mapa Inicial e Final.

Portanto, nesse trabalho, os MC elaborados pelos estudantes foram utilizados para avaliar como os alunos atribuíam os significados aos conceitos relacionados ao Movimento dos corpos antes da intervenção (Mapa Inicial). E, além disso, avaliar quais os significados que os novos conceitos, apresentados por meio do MI, têm agora para esses alunos (Mapa Final).

A comparação entre o Mapa Inicial e Final também permite verificar como o novo conhecimento e aquele já existente e adequado estão se relacionando. O estabelecimento dessa relação possibilita dar significado ao novo material de aprendizagem, no nosso caso, o MI sobre o Movimento dos corpos.

4.2.1 - Classificação dos Mapas Conceituais

De acordo com os critérios para análise dos Mapas Conceituais propostos por Mendonça (2012) apresentados nos Quadros 3.4, 3.5 e 3.6 da seção 3.8.2, os MC Iniciais e Finais elaborados pelos alunos do Grupo Experimental desse trabalho em ensino foram analisados e classificados.

Os resultados dessa classificação estão apresentados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Resultado da Classificação dos Mapas Conceitual elaborados pelos alunos do Grupo Experimental, de acordo com os critérios propostos por Mendonça (2012).

Alunos	Mapa	Critérios							QM
		HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	
A1	Inicial	M	8	8	8	7	-	-	MR
	Final	M	8	8	7	7	-	-	MB
A2	Inicial	M	16	12	18	8	-	-	MR
	Final	B	6	6	5	6	-	-	MR
A3	Inicial	M	6	6	7	7	2	-	MR
	Final	M	7	7	7	5	-	-	MR
A4	Inicial	B	13	3	13	1	-	-	MD
	Final	B	5	5	5	0	-	-	MD
A5	Inicial	B	6	6	6	4	-	-	MD
	Final	M	8	8	9	5	-	-	MR
A6	Inicial	B	6	1	5	0	-	1	MD
	Final	B	10	7	9	6	-	-	MR
A7	Inicial	B	7	2	7	1	-	-	MD
	Final	B	8	8	10	6	-	-	MR
A8	Inicial	B	7	6	6	3	-	-	MD
	Final	M	9	9	8	8	-	-	MR
A9	Inicial	M	14	12	13	4	-	-	MR
	Final	M	11	11	15	7	-	-	MR
A10	Inicial	M	7	6	6	4	-	-	MR
	Final	M	8	8	9	2	-	-	MR
A11	Inicial	M	13	12	12	11	-	-	MR
	Final	A	15	15	15	15	1	-	MB
A13	Inicial	B	7	7	6	5	-	-	MR
	Final	B	6	6	9	4	-	-	MR
A14	Inicial	B	7	5	6	3	-	-	MR
	Final	B	8	6	11	4	-	-	MR
A15	Inicial	N	10	8	10	3	-	-	MD
	Final	M	8	5	10	7	1	-	MR
A16	Inicial	B	11	5	10	4	-	-	MD
	Final	N	12	3	13	2	-	-	MD
A17	Inicial	N	13	1	20	1	-	-	MD
	Final	B	10	10	9	6	-	-	MR

(Continuação)

Alunos	Mapa	Critérios							QM
		HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	
A18	Inicial	B	9	8	8	7	-	-	MR
	Final	B	8	7	10	5	-	-	MR
A19	Inicial	N	9	5	8	2	-	2	MD
	Final	B	6	6	6	4	-	-	MR
A20	Inicial	N	4	3	4	2	-	-	MD
	Final	B	8	5	8	4	-	-	MR
A21	Inicial	B	12	6	12	5	-	1	MR
	Final	B	9	6	10	4	-	-	MR
A22	Inicial	B	10	10	11	6	-	-	MR
	Final	N	5	5	4	0	-	-	MD

Fonte: Do Autor.

HC = Hierarquia Conceitual; **TC** = Total de Conceitos; **CV** = Conceitos Válidos; **TP** = Total de Proposições; **PV** = Proposições Válidas; **RCZ** = Relações Cruzadas; **EX** = Exemplo; **A** = Alta; **M** = Média; **B** = Baixa; **N** = Nula; **QM** = Qualidade do Mapa; **MB** = Mapa Bom; **MR** = Mapa Regular; **MD** = Mapa Deficiente.

A título de exemplo de como foram classificados/categorizados qualitativa e quantitativamente os Mapas Conceituais nesse trabalho, apresentaremos uma descrição completa do MC Inicial e Final elaborado pelo aluno A11.

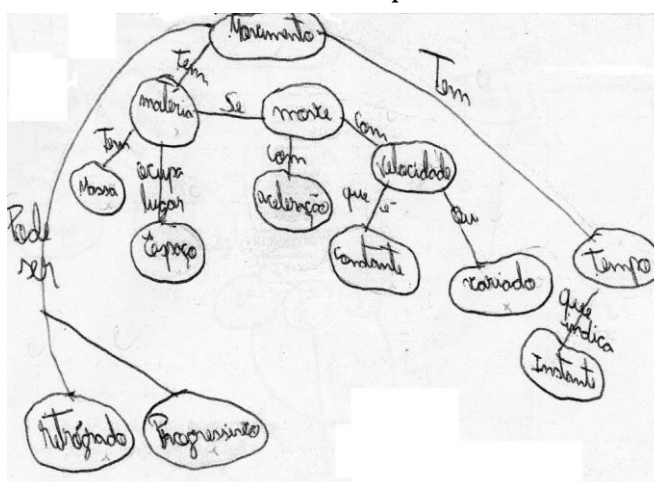


Figura 4.2: Mapa Conceitual Inicial elaborado pelo aluno A11.

Fonte: Material Instrucional do Aluno A11.

O Mapa Inicial elaborado pelo aluno A11 representa como conceito geral o “Movimento”, e, em seguida, define “matéria” como sendo algo que contém massa e, portanto, ocupa um lugar no espaço. Para o aluno essa “matéria” se movimenta (move) de duas maneiras: com uma aceleração, ou com uma velocidade que pode ser constante ou variável. Ainda para esse aluno o movimento da “matéria” ocorre num determinado tempo (que indica o instante), além disso, esse movimento pode ser Retrógrado ou Progressivo.

Após uma análise qualitativa do Mapa Inicial do aluno A11, percebemos que ele representa conceitos centrais para a compreensão do fenômeno do Movimento, porém, apesar disso, pode-se observar que os conceitos apresentados estão de uma forma confusa, dispostos em vários níveis hierárquicos horizontais e verticais, por esse motivo o Mapa foi classificado nesse trabalho em ensino como tendo uma Hierarquia Conceitual Média.

Observa-se também que as palavras de ligação e os conceitos não estão claros, o que sugere que a instrução formal recebida por esse aluno, ao longo de sua trajetória escolar, pode ter conduzido a uma Aprendizagem Mecânica. No Mapa em questão, infere-se que o aluno não apresenta domínio claro dos conceitos de velocidade e nem de aceleração, pois ele não estabelece uma relação entre eles, e também não os relaciona com o tempo. Paralelamente, percebe-se no Mapa, que apesar do aluno apresentar os conceitos de movimento Retrógrado e Progressivo, ele não é capaz de associá-los ao conceito de velocidade.

De acordo com os critérios quantitativos propostos por Mendonça (2012) e adotados pelo professor/mestrando nesse trabalho, o aluno A11 no seu Mapa Inicial apresentou 13 conceitos e 12 considerados válidos, além disso, apresentou um total de 12 proposições sendo 11 consideradas válidas.

É possível observar, ainda, que nesse Mapa não há nenhuma relação cruzada e nem a presença de exemplos. Isso indica que o aluno apresenta pouca compreensão do tema, sendo o MC Inicial do aluno A11 classificado como de Qualidade Regular.

A seguir, apresentamos a análise qualitativa e quantitativa completa do MC Final elaborado pelo aluno A11 que está representado na Figura 4.3.



Figura 4.3: Mapa Conceitual Final elaborado pelo aluno A11.

Fonte: Material Instrucional do Aluno A11.

O Mapa Final elaborado pelo aluno A11 também representa como conceito geral o “Movimento”, porém nesse mapa, percebe-se que ele já representa os dois tipos de movimentos MRU e MRUV num mesmo nível de hierarquia. Ele indica que o MRU tem a velocidade constante e o MRUV a aceleração constante. O A11 representa também em seu Mapa, a relação de que o conceito de aceleração está associado a uma variação de velocidade com o tempo.

Em seguida, ele representa corretamente as três leis de Newton num mesmo nível hierárquico, associando a primeira Lei de Newton ao Repouso, e faz também, por meio de uma relação cruzada, uma associação com a velocidade constante. O A11 representa em seu mapa que a “2ª Lei de Newton tem dinâmica”, porém, não faz uma associação com o conceito de aceleração. Com relação à 3ª lei de Newton, ele faz uma associação, correta, com o princípio da Ação e Reação, porém, em nenhum momento ele apresenta o conceito de força.

Após essa análise, percebemos que o Mapa Final do aluno A11 apresenta um aumento no número de conceitos centrais para a compreensão do fenômeno do Movimento, conceitos esses que foram abordados ao longo do MI. Todavia, apesar da repetição de algumas palavras de ligação, se comparado ao Mapa Inicial, percebe-se que os conceitos estão dispostos de uma forma mais organizada, nos vários níveis hierárquicos horizontais e verticais. Essa melhora na disposição dos conceitos levou o professor/mestrando a classificar esse Mapa Final do aluno A11 como tendo uma Hierarquia Conceitual Alta.

No Mapa em questão, percebe-se que o aluno realizou, em alguns momentos, os princípios da Diferenciação Progressiva e da Reconciliação Integradora, cruzando a informação específica colocada na base com um conceito situado mais acima. O aluno, no seu segundo Mapa explorou melhor os conceitos presentes, e isso pode ser uma evidência de que ele manifestou uma disposição de relacionar, de maneira não-arbitrária e não-literal, à sua estrutura cognitiva, os significados apresentados pelo MI (MOREIRA, 2011b).

De acordo com os critérios quantitativos adotados nesse trabalho, no Mapa Final o aluno apresentou um aumento no número de conceitos (15), sendo todos considerados válidos. Apresentou, também, um aumento no número de proposições (15), sendo todas

as 15 consideradas válidas. É possível observar, ainda, que no seu Mapa, o aluno A11 apresenta uma relação cruzada, porém, ele não faz o uso de exemplos.

O Mapa Conceitual Final do aluno A11, de acordo com os critérios de análise adotados nesse trabalho, foi classificado como tendo uma Qualidade Boa. A análise qualitativa e quantitativa desse Mapa indica que o aluno apresentou uma maior compreensão do tema, com o conceito inclusor no topo, em seguida, os intermediários e posteriormente os mais específicos.

A análise comparativa entre os dois Mapas Conceituais elaborados pelo aluno A11 revela um aumento na quantidade e na qualidade dos conceitos presentes. Percebe-se que após a aplicação do MI, o Mapa Final apresentou um aumento no número de conceitos relevantes que foram abordados na Unidade de Ensino. Esse resultado se constitui uma evidência de que o MI pode ter favorecido o ensino potencialmente significativo dos conceitos relacionados ao Movimento dos corpos para este aluno.

Buscando interpretar melhor as informações dadas pelos alunos ao realizarem os seus Mapas Conceituais, o professor/mestrando reservou um espaço, abaixo de cada Mapa, para que os alunos explicassem, detalhadamente e por escrito, os seus Mapas elaborados. Segundo Moreira (2011b), é importante que o aluno explique oralmente ou por meio da escrita o Mapa por ele realizado.

O resultado do número de Mapas Conceituais explicados está apresentado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5: *Número Mapas Conceituais explicados.*

Mapa	Número de alunos que realizaram os Mapas	Número de Mapas explicados
Inicial	22	21
Final	22	15

Fonte: Do Autor.

Analisando dos dados da Tabela 4.5 percebe-se uma redução no número de Mapas Conceituais que foram explicados pelos alunos após a intervenção. Essa diminuição pode ser relacionada ao fato dos alunos terem atribuído melhores significados aos conceitos propostos, ou, até mesmo, por apresentarem certo cansaço para explicar por escrito o MC realizado.

Analisando as explicações dos Mapas Conceituais, percebemos que a maioria dos alunos apenas descreve, rigorosamente, a sequência de conteúdos que eles adotaram para

confeção do seu Mapa, não explicando quais os motivos que os levaram a adotar certas relações entre os conceitos.

A título de exemplo apresentaremos a explicação por escrito do Mapa Inicial e Final elaborado pelo aluno A11 que foi analisado anteriormente.

Mapa Inicial do aluno A11:

“O movimento tem que ter uma matéria que tem massa e ocupa lugar no espaço, ela se move com velocidade constante ou variada e tem uma aceleração e o movimento também tem o tempo que indica o instante. O movimento pode ser progressivo ou retrógrado.”

Observamos que na explicação que do A11 que o mesmo apenas descreve a sequência adotada para realização do Mapa, não explicando claramente os motivos nem as palavras utilizadas para estabelecer as relações entre os conceitos.

Mapa Final do aluno A11:

“O movimento pode ser MRU ou MRUV (velocidade constante) e MRUV aceleração. Tem o deslocamento dos corpos, as forças de deslocamento, 1ª, 2ª e 3ª Leis de Newton.”

Na explicação por escrito do Mapa Final realizado pelo aluno A11 podemos observar a inclusão do conceito relevante “Força”. Esse conceito não está representado no seu Mapa Final, mas sugere a inclusão desse conceito sendo um bom exemplo de que a explicação por escrito complementa as informações representadas no Mapa Conceitual realizado.

4.2.2 – Discussão dos Resultados da classificação dos Mapas Conceituais

Após a demonstração por meio de exemplos de como os mapas foram classificados no trabalho em questão e de posse dos dados mostrados na Tabela 4.4, comparamos os resultados da soma dos valores numéricos dos Critérios Quantitativos dos Mapas Inicial e Final. O resultado dessa comparação está apresentado na Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Comparação dos Critérios Quantitativos entre os MC Inicial e Final. Para o cálculo da diferença percentual, foi considerado o menor valor entre eles como referência (100%).

Mapa	Critérios Quantitativos					
	TC (%)	CV (%)	TP (%)	PV (%)	RCZ (%)	EX (%)
Inicial	201	135	201	91	2	4
Final	179	154	194	109	2	0
Diferença	-22 (-11,0%)	19 (14,0%)	-7 (-3,5%)	18 (19,8%)	0 (0,0%)	-4 (-100,0%)

TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo. (Fonte: Do Autor.).

Analisando os dados da Tabela 4.6 referentes aos Critérios Quantitativos presentes nos Mapas Iniciais realizados pelos alunos do grupo Experimental, evidenciamos a presença de uma quantidade suficiente de Conhecimentos Prévios relevantes (135 Conceitos Válidos) relacionados ao Movimento dos corpos, e que poderão servir de “ancoragem” para o novo conhecimento. Segundo Ausubel (2003), a presença de conceitos relevantes na Estrutura Cognitiva do aluno é uma das exigências para que o novo material possa se relacionar de maneira significativa. A quantidade de conceitos relevantes válidos presentes no Mapa Inicial permite, ao professor/mestrando, perceber que os alunos do Grupo Experimental já possuíam conhecimentos científicos prévios sobre o tema a ser estudado.

Contudo, analisando qualitativamente os Mapas elaborados, percebe-se que esses conceitos precisam ser mais bem trabalhados, pois eles são apresentados nos Mapas Iniciais de maneira confusa, sendo ligados uns aos outros muitas vezes de forma equivocada.

Segundo Moreira (2011b), os conhecimentos prévios relevantes podem ter maior ou menor estabilidade cognitiva, podem estar mais ou menos diferenciados, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significado. Portanto, é nesse ponto que um material de instrução potencialmente significativo pode contribuir para o processo de Aprendizagem Significativa.

Percebe-se ainda nos dados na Tabela 4.6, que houve uma diminuição de 11% no Total de Conceitos (TC) presentes no Mapa Final em relação ao Mapa Inicial. Por outro lado, os dados nos mostram que houve um aumento de 14% no total de Conceitos Válidos (CV) entre esses dois Mapas. Outra verificação importante é que apesar do número Total de Proposições entre os Mapas Inicial e Final ter diminuído 3,5%, o número de Proposições Válidas (PV) apresentou um aumento de 19,8%. Os aumentos do total de Conceitos

Válidos e de Proposições Válidas de um Mapa para o outro, são indicativos de que houve uma melhora na qualidade e nas relações significativas entre os conceitos que foram ensinados por meio do MI. Isso pode ser indicativo de que após a intervenção por meio do MI os alunos, em média, atribuíram novos significados aos conceitos presentes na sua Estrutura Cognitiva.

No MC Final, foi possível perceber que os alunos passaram a representar os conceitos de uma forma mais clara, sugerindo que as novas informações recebidas podem de alguma forma ter interagido e modificado o conhecimento prévio relevante presente na Estrutura Cognitiva dos aprendizes. Mendonça (2012) corrobora essa ideia, apontando que caso não haja clareza, por parte dos alunos, a quantidade de Proposições Válidas e de Conceitos importantes no MC Final será baixa.

Por outro lado, comparando os Mapas Inicial e Final, evidenciamos uma estagnação no número de Relações Cruzadas. A presença dessas relações é um indicativo da ocorrência de Reconciliação Integradora. Uma possível explicação para essa ausência de relações cruzadas pode estar relacionada ao pouco tempo que foi destinado para o treinamento do instrumento de mapeamento conceitual. Esse fato, também, pode explicar a diminuição na quantidade de exemplos citados nos MC Inicial e Final, ainda que em valores absolutos pequenos (4 antes e 0 depois).

Utilizando os dados da Tabela 4.4, comparamos os Mapas Inicial e Final quanto à Hierarquia Conceitual. O gráfico 4.1 apresenta a compilação dos dados relativos à Hierarquia Conceitual.

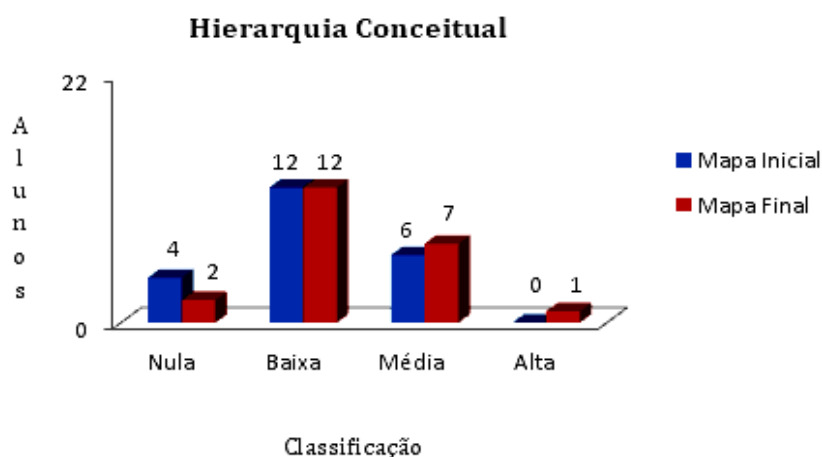


Gráfico 4.1: Comparação da Hierarquia Conceitual dos MC Iniciais e Finais elaborados pelos alunos do grupo Experimental. (Fonte: Do Autor.).

Com os dados presentes no Gráfico 4.1 elaboramos a Tabela 4.7 que representa as mudanças ocorridas em relação à Hierarquia Conceitual nos Mapas Inicial e Final.

Tabela 4.7: Mudanças dos Mapas quanto à Hierarquia Conceitual (HC).

		HC FINAL				Total
		A	M	B	N	
HC INICIAL	A	0	0	0	0	0
	M	1	4	1	0	6
	B	0	2	8	2	12
	N	0	1	3	0	4
Total		1	7	12	2	22

HC: Hierarquia Conceitual: A: Alta, M: Média, B: Baixa, N: Nula. (Fonte: Do Autor.).

Observando a disposição dos dados na Tabela 4.7, percebemos um aumento nos números presentes na diagonal inferior, esse aumento aponta que do Mapa Inicial para o Mapa Final houve uma melhora na Hierarquia Conceitual dos Mapas elaborados.

Com o intuito de medir o nível de concordância entre o Mapa Inicial e o Final quanto à Hierarquia Conceitual, aplicamos nos dados das Tabelas 4.7 o teste estatístico chamado Kappa. Esse teste se baseia no número de respostas concordantes, ou seja, no número de casos cujo resultado é o mesmo no Mapa Inicial e Final.

Com hipótese nula a ser testada:

H_0 : Os Mapas Iniciais e Finais são concordantes quanto à Hierarquia Conceitual.

A Tabela 4.8 representa o resultado obtido pelo teste Kappa.

Tabela 4.8: Resultado da análise do teste Kappa.

Variável	Coefficiente Kappa	p-valor
Hierarquia Conceitual	0,241	0,110

Fonte: Do Autor.

Esta medida de concordância tem como valor máximo o 1, onde este valor 1 representa total concordância. Valores próximos e até abaixo de 0, indicam nenhuma concordância, ou que, simplesmente, a concordância foi exatamente a esperada pelo acaso.

O resultado, apresentado na Tabela 4.8, aponta que não há concordância entre o Mapa Inicial e o Mapa Final quanto a Hierarquia Conceitual, rejeitando a hipótese nula (p-valor = 0,110) de que os Mapas Iniciais são iguais aos Mapas Finais quanto à Hierarquia Conceitual. Isso significa dizer que, após a intervenção por meio do MI, houve uma

diferença estatisticamente significativa na Hierarquia Conceitual entre os Mapas elaborados pelos alunos.

Buscamos também verificar estatisticamente se a Hierarquia Conceitual no Mapa Final está, estatisticamente, correlacionada com os rendimentos obtidos pelos alunos no Pós-teste. Assim comparamos a Hierarquia Conceitual com as médias das notas obtidas pelos alunos no Pós-teste, utilizando a análise de variância (ANOVA), que visa verificar se o fator Hierarquia está correlacionado com a variável dependente, no caso, a nota relativa às questões do Pós-teste.

Com a seguinte hipótese nula a ser testada:

H_0 : A classificação dos Mapas Finais quanto a Hierarquia Conceitual não exerce influência nos resultados obtidos pelos alunos no Pós-teste.

A Tabela 4.9 contém as estatísticas descritivas e o resultado da ANOVA.

Tabela 4.9: Descritivas e Análise de Variância.

Fator	Classificação Mapa Final	N*	Média	DP**	F***	p-valor
Hierarquia	A	1	9,44			
	M	7	8,41	1,25	1,582	0,228
Conceitual	B	12	7,50	1,01		
	N	2	7,77	1,57		

*N**: Número de alunos, *DP***: Desvio Padrão, *F****: Estatística de Teste. (Fonte: Do Autor.).

O resultado da análise de variância (ANOVA) na Tabela 4.9, aponta que para o nível de significância de 5%, o fator Hierarquia Conceitual com significância estatística (p-valor = 0,228) não exerce influência no rendimento dos alunos no Pós-teste, aceitando a hipótese nula.

Discutiremos agora a Qualidade dos Mapas elaborados pelos alunos do grupo Experimental. Para isso, utilizamos os dados da Tabela 4.4 e comparamos os Mapas Inicial e Final quanto à Qualidade.

No Gráfico 4.2, estão compilados os dados relativos a este critério.

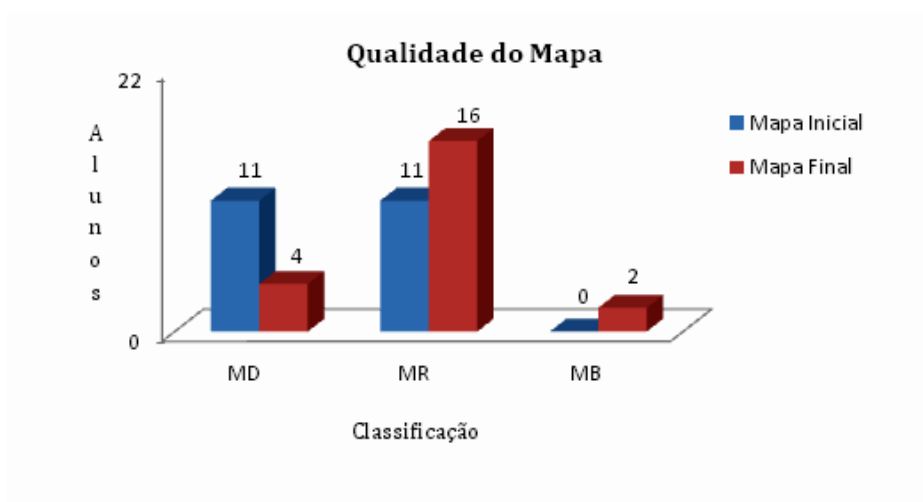


Gráfico 4.2: Comparação da Qualidade dos MC Iniciais e Finais elaborados pelos alunos do Grupo Experimental. (Fonte: Do Autor.).

Com os dados presentes no Gráfico 4.2 elaboramos a Tabela 4.10 que representa as mudanças ocorridas em relação Qualidade dos Mapas Inicial e Final.

Tabela 4.10: Mudanças nos Mapas quanto à Qualidade do Mapa (QM).

		QM FINAL			Total
		MB	MR	MD	
QM INICIAL	MB	0	0	0	0
	MR	2	8	1	11
	MD	0	8	3	11
Total		2	16	4	22

QM: Qualidade do Mapa; MB: Muito Bom. MR: Regular. MD: Deficiente. (Fonte: Do Autor.).

Observando a disposição dos dados na Tabela 4.10, percebemos também um aumento nos números presentes na diagonal inferior. Esse aumento aponta uma melhora na Qualidade entre os Mapas Inicial e Mapa Final.

Com o intuito de medir o nível de concordância entre o Mapa Inicial e o Final quanto à Qualidade, aplicamos nos dados das Tabelas 4.10 o teste estatístico chamado Kappa.

Com hipótese nula a ser testada:

H_0 : Os Mapas Iniciais e Finais são concordantes quanto à Qualidade.

A Tabela 4.11 representa o resultado obtido pelo teste Kappa.

Tabela 4.11: Resultado da análise do teste Kappa.

Variável	Coefficiente Kappa	p-valor
Qualidade do mapa	0,083	0,586

Fonte: Do Autor.

Para um nível de significância de 5% o resultado do teste Kappa apresentados na Tabela 4.11 apontam que não há concordância entre o Mapa Inicial e o Mapa Final quanto à Qualidade do Mapa, rejeitando a hipótese nula. Isso significa dizer que, após a intervenção por meio do MI, houve uma diferença estatisticamente significativa na Qualidade entre os Mapas elaborados pelos alunos.

Os resultados do teste Kappa realizados apontam que houve uma evolução tanto na Hierarquia Conceitual quanto na Qualidade dos MC elaborados. O que pode ser uma evidencia de uma melhora dos significados atribuídos pelos alunos aos conceitos estudados, bem como das relações conceituais por eles estabelecidas, evidenciando, assim, o favorecimento da Aprendizagem Significativa (MENDONÇA, 2012).

Como verificamos estatisticamente que a Hierarquia Conceitual no Mapa Final está, estatisticamente, correlacionada com os rendimentos obtidos pelos alunos no Pós-teste, faremos a mesma análise só que agora comparando a Qualidade dos Mapas.

Para verificar se a Qualidade do Mapa Final está, estatisticamente, correlacionada com as notas relativas às questões do Pós-teste, novamente, utilizaremos a análise de variância (ANOVA).

Com a seguinte hipótese nula a ser testada:

H_0 : A classificação dos Mapas Finais quanto a Qualidade não exerce influência nos resultados obtidos pelos alunos no Pós-teste.

As estatísticas descritivas e os resultados da ANOVA estão apresentados na Tabela 4.12.

Tabela 4.12: Descritivas e Análise de Variância.

Fator	Classificação Mapa Final	N*	Média	DP**	F***	p-valor	Subgrupo
Qualidade	MB	2	9,72	0,39	3,844	0,040	b
	MR	16	7,84	1,05			a
	MD	4	7,22	1,20			a

*N**: Número de alunos, *DP***: Desvio Padrão, *F****: Estatística de Teste. (Fonte: Do Autor.).

Observações:

a = subgrupo com as menores médias

b = subgrupo com as maiores médias

O resultado para a análise de variância (ANOVA) presente na Tabela 4.12 aponta que para o nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula de que as médias obtidas pelos alunos no Pós-teste são iguais às notas dadas para a classificação do Mapa Final quanto à Qualidade. Portanto, o p-valor = 0,040 aponta que a Qualidade do Mapa exerce influência na nota relativa às questões do Pós-teste. O teste comprova que, estatisticamente, os alunos que obtiveram uma melhor classificação quanto à Qualidade nos Mapas Conceituais Finais apresentaram melhores rendimentos nas notas no Pós-teste.

Analisando os resultados referentes à Qualidade dos Mapas elaborados, podemos inferir que ocorreu uma evolução na qualidade dos conceitos apresentados pelos alunos do Mapa Inicial para o Mapa Final, evidenciando uma melhora na representação dos significados atribuídos aos conceitos relacionados ao Movimento dos Corpos. Essa melhora na Qualidade dos Mapas pode ser uma evidência de que os alunos adquiriram e compartilharam significados dos conceitos apresentados por meio do MI. O que pode ter refletido na melhora do rendimento dos alunos no Pós-teste.

Os resultados obtidos nesse trabalho para a análise dos Mapas Conceituais apontam que os mesmos podem ser utilizados como instrumento para a obtenção de evidências de Aprendizagem Significativa e para uma avaliação da aprendizagem. Visto que a Aprendizagem Significativa está diretamente ligada à atribuição de significados e os Mapas Conceituais elaborados pelos alunos podem, portanto, refletir tais significados (MOREIRA, 2011b).

Cabe salientar, que durante o processo de avaliação quantitativa e qualitativa dos Mapas Conceituais, o professor/mestrando não se preocupou em classificar os mapas elaborados pelos alunos como “corretos” ou “incorretos”, pois corroborando com Moreira (2011b, p.133), “O que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo”. Na realidade, o que se espera é que ao elaborar o seu Mapa Conceitual, o aluno externalize e compartilhe o significado do conhecimento, cientificamente aceito, que foi ministrado pelo professor ao longo das aulas.

No presente trabalho buscamos, ainda, identificar e relacionar os conceitos considerados relevantes presentes nos MC. Para realizarmos essa tarefa foi feita uma

classificação de acordo com o número de vezes que cada conceito aparece em cada um dos Mapas. O resultado dessa comparação está representado na Tabela 4.13.

Tabela 4.13: *Comparação do Total de conceitos considerados relevantes presentes nos MC Inicial e no Final.*

Mapa	Conceitos Relevantes										
	Movimento	Repouso	Referencial	Deslocamento	Velocidade Inicial	Velocidade Não constante	Aceleração	Força	1ª Lei de Newton e Inércia	2ª Lei de Newton	Ação e Reação
Inicial	22	1	2	13	10	5	9	3	0	0	0
Final	22	3	4	10	11	9	11	6	9	3	6

Fonte: Do Autor.

Analisando os dados da Tabela 4.13, percebe-se que todos os 22 alunos representaram, tanto no Mapa Inicial, quanto no Mapa Final, o conceito de “Movimento” como conceito/ideia principal. É possível perceber também no Mapa Inicial, que mesmo antes de serem apresentados no MI, vários alunos já possuíam o conhecimento de conceitos prévios relevantes. Como já foi dito anteriormente, esse fato pode ser resultado da instrução formal de Física que esses alunos receberam no Ensino Fundamental e Médio, antes de iniciarem o curso de Formação de Aprendizizes-Marinheiros.

Analisando os conceitos relevantes presentes no Mapa Inicial, podemos destacar que apesar de possuírem um elevado número de Conhecimentos Prévios, nenhum dos 22 alunos indicou conhecer os conceitos relacionados às Leis de Newton. Vale ressaltar que esses conceitos são fundamentais para o entendimento das causas dos movimentos dos corpos.

É importante salientar, que a representação dos conceitos nos Mapas Conceituais não necessariamente implica no domínio, cientificamente aceito, desses conceitos pelos alunos, pois eles podem estar armazenados de uma maneira arbitrária e literal na mente dos alunos. Uma análise qualitativa dos MC permite mostrar ao professor como, realmente, esses conceitos estão relacionados, i.e, mostrar qual o significado que cada aluno atribui a esses conceitos naquele momento. Essa análise permitirá, ao professor, inferir se a inserção do MI favorece ou não a aprendizagem desses conceitos.

A análise dos dados apresentados na Tabela 4.13 mostra um aumento significativo no número de conceitos considerados relevantes presentes no Mapa Final. Vale salientar

que vários desses conceitos foram abordados ao longo do MI. Como exemplo pode-se destacar o aumento significativo nos conceitos relacionados às “Leis de Newton”.

Os dados nos mostram também que conceitos como: “Repouso”, “Referencial” e “Força” tiveram um aumento de mais de 100%. Somente o número relacionado ao conceito de “Deslocamento” sofreu uma pequena redução (23%). Além do aumento considerável dos conceitos relevantes, percebe-se analisando qualitativamente o Mapa Final que esses conceitos foram, ao longo da intervenção, modificados e melhor elaborados pelos alunos.

A título de informação podemos citar o Mapa Inicial elaborado pelo aluno **A5**, que apresenta seis conceitos válidos (Movimento, deslocamento, corpo, espaço, tempo e velocidade). Porém, observamos que mesmo o aluno apresentando tais conceitos ele não relaciona o conceito de velocidade com a variação de espaço e tempo.

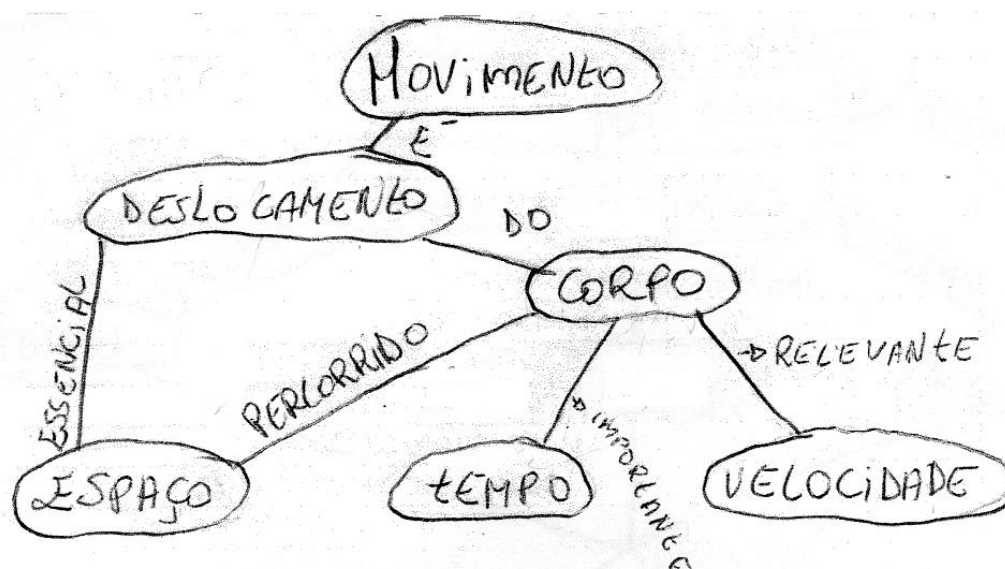


Figura 4.4: Mapa Conceitual Inicial elaborado pelo aluno A5.

Fonte: Material Instrucional do Aluno A5.

Já no seu Mapa Final o aluno **A5** apresenta uma quantidade maior de conceitos válidos, além disso, inclui o conceito relevante “Força” e o relaciona com a “Aceleração” e com o “tempo”. Cabe ressaltar que a relação os conceitos “Força” e “Aceleração” foram amplamente abordados e discutidos ao longo do MI elaborado.

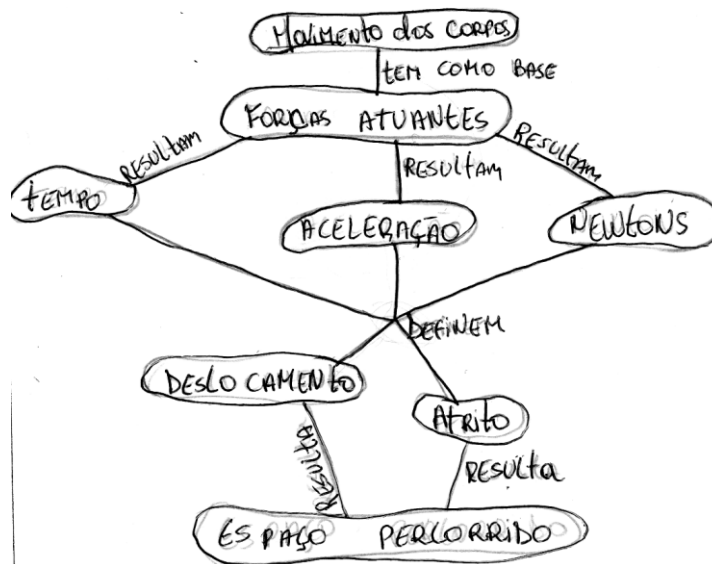


Figura 4.5: Mapa Conceitual Final elaborado pelo aluno A5.

Fonte: Material Instrucional do Aluno A5.

Outro exemplo é o Mapa Inicial elaborado pelo aluno **A8** que traz alguns conceitos relevantes, tais como movimento, deslocamento, tempo e espaço percorrido. Porém, inclui em seu mapa equações matemáticas do cálculo da velocidade média e da aceleração instantânea (o aluno relaciona por meio da fórmula a aceleração com velocidade e tempo de maneira errada). Além disso, não faz as relações entre os conceitos de “variação do espaço” com o “tempo” resultando na “velocidade”. Perceber-se que para o aluno **A8** o conceito de velocidade se resume apenas a uma fórmula. Esse pensamento pode ser o resultado da instrução formal que esse aluno recebeu ao longo da sua vida escolar, o que evidencia uma Aprendizagem Mecânica de tal conceito.

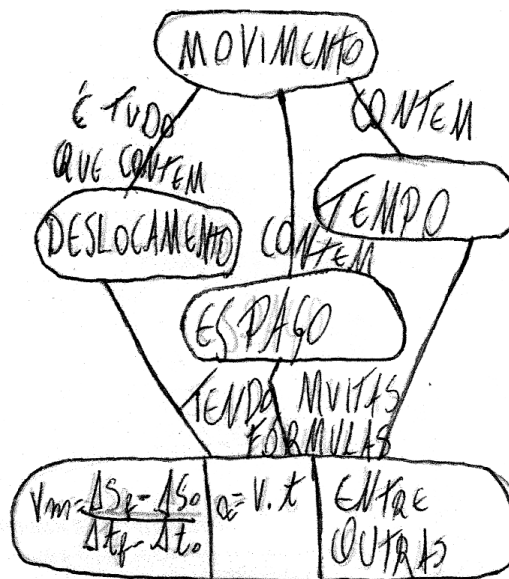


Figura 4.6: Mapa Conceitual Inicial elaborado pelo aluno A8.

Fonte: Material Instrucional do Aluno A8.

Já no seu Mapa Final, o aluno **A8** inclui as três Leis de Newton, fazendo a relação da Primeira Lei com a lei da Inércia e da Terceira Lei com a Ação e Reação. Além desses, inclui também os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, relacionando corretamente esse último ao conceito de aceleração.

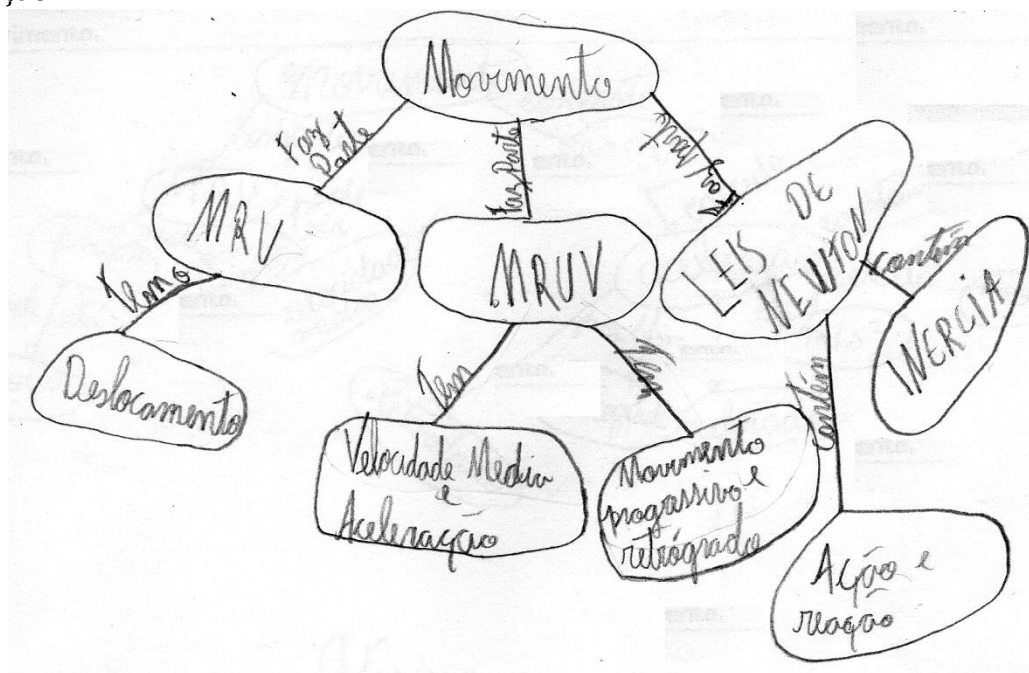


Figura 4.7: Mapa Conceitual Final elaborado pelo aluno A8.

Fonte: Material Instrucional do Aluno A8.

Como todos esses conceitos citados foram abordados e discutidos durante a intervenção, uma melhoria na qualidade e na quantidade desses conceitos presentes no Mapa Final, pode ser tomada como uma evidência de que o ensino foi potencialmente significativo, favorecendo os processos de captação e de Negociação de Significados dos conceitos trabalhados por meio do MI.

4.3 – Respostas dadas pelos alunos às perguntas contidas no MI

Conforme foi visto na seção 3.9.3, durante a aplicação do MI, os alunos foram convidados a responderem a uma série de perguntas relacionadas ao Movimento dos corpos. Essas perguntas têm como objetivo levar o aluno a externalizar o seu conhecimento a respeito do conteúdo a ser aprendido, e, além disso, por meio das discussões dessas respostas dadas, proporcionar o processo da Negociação de Significados, conforme consta no passo cinco para elaboração de uma UEPS (MOREIRA, 2011d).

Além do espaço destinado para a resposta da pergunta, caso o aluno achasse necessário, ele poderia refazê-la no espaço reservado ao lado da resposta anterior, nesse trabalho em ensino, chamaremos esse espaço de Correção.

Os critérios apresentados no Quadro 3.7 da seção 3.8.3 foram utilizados para que o professor/mestrando fizesse o enquadramento de cada uma das Respostas e das Correções das 56 perguntas presentes no MI.

O percentual de Respostas e de Correções dos alunos em cada categoria está apresentado no Gráfico 4.3.

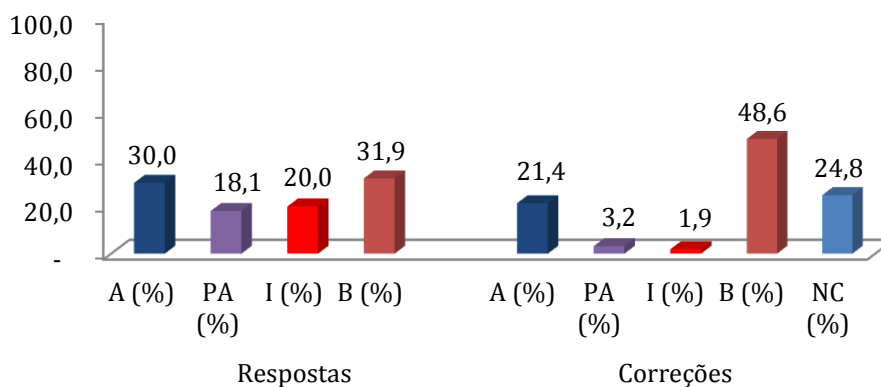


Gráfico 4.3: Percentual de Respostas e de Correções dos alunos das perguntas presentes no MI. (Fonte: Do Autor.)

Onde: **A** representa as Respostas Adequadas; **PA** representa as Respostas Parcialmente Adequadas; **I** representa as respostas Inadequadas; e **B** representa as Respostas em Branco.

Analisando os dados das Respostas das perguntas presentes no Gráfico 4.3, observamos que em média 30,0% dos alunos responderam às perguntas de maneira Adequada (A) e 18,1% Parcialmente Adequada (PA). Contudo, mais da metade dos alunos (51,9%) respondeu de maneira Inadequada (I) ou deixou a resposta em Branco (B). Uma possível explicação para esse elevado número pode estar relacionado ao número excessivo de Perguntas presentes (56 perguntas) no MI.

Com relação às Correções das Respostas, no caso dos alunos julgarem necessário, observou-se que dos 21,4% das Correções foram classificadas como Adequadas, já 24,8% não necessitaram de correções. Percebe-se também que mesmo o professor/mestrando apresentando a resposta cientificamente aceita no slide, 5,1% dos alunos corrigiu a Resposta de maneira Parcialmente Adequada ou Inadequadamente. Chamou a atenção o elevado percentual de respostas em Branco (48,6%), o que pode ser explicado pela quantidade excessiva de perguntas ao longo do MI.

Contudo, o uso dessa estratégia possibilitou ao professor atuar de maneira intencional para apresentar os novos conceitos aos alunos, e, além disso, verificar se os significados que o aluno captou desses conceitos são aqueles que o professor pretendia que ele o fizesse. Essa tentativa se tornou possível no momento das discussões individuais, ou com toda a turma, das Respostas dadas pelos alunos nas perguntas presentes no MI, permitindo que os alunos externassem o que eles captaram do novo conhecimento.

Além disso, a oportunidade dada para os alunos refazerem as suas Respostas, permitiu ao professor/mestrando verificar como os alunos reorganizam o novo conhecimento com o conhecimento prévio presente em sua Estrutura Cognitiva. Esse processo do aluno escrever a sua Resposta, discutir com os próprios colegas, com o professor, reescrever a sua Resposta possibilitou a Negociação de Significados dos conceitos apresentados. Porém, é importante lembrar que mesmo alcançado esse compartilhamento de significados, é o aluno quem decide se quer aprender significativamente ou não o conteúdo proposto (MORERIA, 2011b).

Nesse trabalho em ensino verificamos a existência ou não de uma correlação entre os acertos das questões do Pós-teste com a média de acertos das perguntas presentes no MI (que tem em comum o mesmo conteúdo).

As perguntas presentes no MI foram identificadas e agrupadas de acordo com o conteúdo como mostrado no Quadro 4.2.

Questão	Conteúdo abordado em cada questão do Pós-teste		Nº das perguntas na UEPS que têm relação com o conteúdo das do Pós-teste.	Grupos de Questões
Objetiva	Q1	Conceitos do movimento.	P6, P8 e P9.	G1
	Q2	Aceleração média.	P9.	G2
	Q3	Movimento, Repouso e Referencial.	P6.	G3
	Q4	Velocidade média.	P8.	G4
	Q7	As três Leis de Newton.	P33 até P56.	G5
	Q10	Ação e Reação.	P47 até P56.	G6
Discursiva	Q13	Resultante de um Sistema de Forças.	P13, P14, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P25, P27, P32, P38, P39 e P42.	G7
	Q15	Segunda Lei de Newton.	P32 até P37.	G8
	Q16	Posição e Deslocamento.	P4 até P7.	G9

Quadro 4.2: Relação entre as questões do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) e o conteúdo com as Perguntas presente no MI. (Fonte: Do Autor.).

Tendo como base o agrupamento apresentado no Quadro 4.6, foi construída uma Tabela 4.14 que relaciona os acertos dos alunos nas questões do Pós-teste (Q), com a média de acertos do grupo de Perguntas (G) presentes no MI.

Como critério de correção o professor/mestrando atribuiu uma nota que varia de 0,0 (zero) a 1,0 (um) ponto por questão e para o cálculo da média aritmética dos acertos dos Grupos de Perguntas.

Tabela 4.14: Relação entre as notas de cada questão do Pós-teste (Avaliação Somativa Individual) com a Média Aritmética de acertos do Grupo de perguntas presentes no MI.

Alunos	Questões do Pós-teste (Q) e Média de acertos do Grupo de perguntas (G).																	
	Q1	G1	Q2	G2	Q3	G3	Q4	G4	Q7	G5	Q10	G6	Q13	G7	Q15	G8	Q16	G9
A1	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,3	1,0	0,7	1,0	0,0
A2	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,1	1,0	0,2	1,0	0,4	1,0	0,0	0,5	0,1
A3	1,0	0,3	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,3	1,0	0,6	1,0	0,4	1,0	0,0	1,0	0,4
A4	1,0	0,3	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	0,0	0,4	1,0	0,6	0,0	0,5	1,0	0,3	0,5	0,6
A5	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	0,0	0,3	1,0	0,3	1,0	0,0	0,5	0,8
A6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,5
A7	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,5	1,0	0,4
A8	1,0	0,3	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,6	0,0	0,6	1,0	0,7	1,0	0,9	0,5	0,4
A9	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,3	1,0	0,4	1,0	0,5	1,0	0,2	0,5	0,4
A10	0,0	0,3	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,6	0,5	0,3
A11	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,6	1,0	0,6	1,0	0,6	0,5	0,6
A12	1,0	0,2	1,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,2	1,0	0,5	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,4
A13	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,3
A14	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,5	1,0	0,3	0,0	0,8	1,0	0,8	0,0	0,5
A15	1,0	0,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,4	1,0	0,9	1,0	0,9
A16	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,6
A17	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,5	1,0	0,8	0,0	1,0	0,0	0,8
A18	1,0	0,7	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	0,0	0,1	1,0	0,8	1,0	0,7	0,0	0,8
A19	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,0	0,8	0,0	0,8	1,0	0,8	0,0	0,4
A20	1,0	0,7	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0	0,8	0,5	0,6
A21	1,0	0,3	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,4
A22	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,1	0,0	0,0	1,0	0,1

Fonte: Do Autor.

A seguir, para verificar se existe uma correlação entre as notas de cada questão do Pós-teste com a Média Aritmética dos acertos do Grupo de perguntas presentes no MI foi aplicado nos dados da Tabela 4.14 o teste estatístico de Mann-Whitney, sendo utilizadas as médias dos acertos do grupo de perguntas presentes na Unidade de Ensino como variáveis dependentes.

Com a seguinte hipótese nula a ser testada:

H_0 : Não existe nenhuma diferença entre acertos e erros no Pós-teste em relação ao Grupo de questões do Material Instrucional as quais o conteúdo de Física está relacionado.

O resultado desse teste está representado na Tabela 4.15.

Tabela 4.15: *Descritiva e Teste de Mann-Whitney.*

Questão do Pós-teste	Correção Pós-teste	N	Média de Acertos do grupo de Perguntas/MI	DP	Mann-Whitney	p-valor
Q1	Errou	2	4,2	1,2	17,5	0,779
	Acertou	20	5,0	3,3		
Q2	Errou	2	10,0	0,0	8	0,216
	Acertou	20	5,5	5,1		
Q3	Errou	0	-	-	-	-
	Acertou	22	7,2	4,5		
Q4	Errou	4	0,0	0,0	0,0	0,000
	Acertou	18	10,0	0,0		
Q7	Errou	3	3,6	2,0	36,0	1,000
	Acertou	19	3,5	2,5		
Q10	Errou	7	2,6	2,9	42,5	0,49
	Acertou	15	3,6	2,2		
Q13	Errou	6	5,5	2,0	36,5	0,407
	Acertou	16	4,6	2,2		
Q15	Errou	4	3,8	4,8	32,5	0,774
	Acertou	18	4,3	3,6		
Q16	Errou	8	4,8	1,8	1,255*	0,263*
	Acertou/Parcial	9	4,9	2,1		
	Acertou	5	3,5	3,4		

N: Número de alunos, DP: Desvio-Padrão. (Fonte: Do Autor.).

Observação: *Estatística Qui-Quadrado referente ao teste de Kruskal Wallis e **p-valor do teste de Kruskal Wallis.

Analisando os dados da Tabela 4.15, foi possível constatar que apenas na questão Q4 do Pós-teste há diferenças, estatisticamente significativa, entre acerto e erro dos alunos em relação à média de acertos das perguntas presentes no grupo G4 da unidade, rejeitando a hipótese nula.

Isso significa que o Grupo de Perguntas G4 presentes no MI foi o único que, estatisticamente, contribuiu para o desempenho dos alunos no Pós-teste. Isso significa dizer que os dezoito alunos que acertaram essa questão no Pós-teste também acertaram a Resposta da pergunta que abordava o mesmo conteúdo no MI.

A questão Q4 do Pós-teste abordava o conteúdo relacionado ao cálculo da velocidade média de um Navio Hidroceográfico que partia de uma viagem do porto do Rio de Janeiro até o Porto de Vitória, ES. Apesar do número de perguntas presentes no G4 do MI ter sido considerado pequeno, a seção de “Faxinando a Física” que apresentava 12 exercícios propostos envolvendo outras situações-problema para o cálculo da velocidade média. Esse elevado número de exercícios propostos abordando novas situações do cálculo da velocidade média pode de alguma maneira ter contribuído para o número de acertos na questão P4 do Pós-teste.

De modo geral, o resultado do teste estatístico mostra que, para a maioria das questões, não existe uma correlação entre o número de acertos no Pós-teste com o número de acertos do Grupo de Perguntas presentes no MI, aceitando a hipótese nula.

Uma explicação para esse fato pode estar relacionado à adoção de melhores critérios, por parte do professor/mestrando, tanto na elaboração das questões do Pós-teste, quanto na elaboração das perguntas do MI, pois várias perguntas podem ter sido mal elaboradas, sendo muitas vezes, repetidas ao longo do Material.

Outra possível explicação pode estar relacionada à estratégia de ensino adotada no trabalho em questão, pois ao longo do MI, as dúvidas que os alunos tinham nas perguntas eram sanadas ao longo do texto e das aulas, num processo que envolvia a Negociação de Significados. Esse processo era mediado pelo professor/mestrando com a participação de toda a turma nos momentos das discussões de cada uma das respostas.

Outro fator relevante é que a avaliação (Pós-teste) aplicada aos alunos tem que seguir os padrões e as orientações do Serviço de Orientação Pedagógica (SOE) da EAMES. Essa avaliação é de certa forma “engessada” com o formato e o número de questões objetivas e discursivas pré-determinado. Além disso, de acordo com as normas da Escola, a avaliação deve ser elaborada pelos três professores da Escola. Esses fatores podem ter impossibilitado ao professor/mestrando a explorar o conteúdo na avaliação (Pós-teste) de acordo com todos os pressupostos presentes na Aprendizagem Significativa. Com isso, algumas questões presentes no Pós-teste podem não ter medido o conteúdo que foi discutido e apresentado nas aulas por meio do MI.

4.4 – “Estado de Humor” dos alunos

O professor/mestrando no MI em questão propôs um espaço, logo abaixo das perguntas realizadas e antes da realização dos Mapas Conceituais, para que os alunos pudessem, antes de responder, assinalar uma opção indicando como estava se sentindo naquele momento, marcando um X na “carinha”, de acordo com o mostrado na Figura 4.8, que melhor expressava seu estado de humor naquele momento.

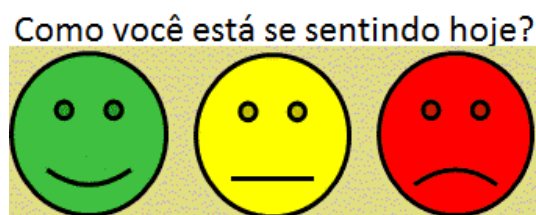


Figura 4.8: Indicação do “Estado de Humor” dos alunos antes de responderem as perguntas no MI.

Fonte: Do Autor.

O uso dessa estratégia no trabalho visou mapear o “Estado de Humor” dos alunos antes da realização de uma tarefa proposta. De posse dos resultados, procedemos à classificação das “carinhas” de acordo com as categorias apresentadas no Quadro 4.3.

“Estado de Humor”	Cor	Características
0	-	Não assinalou (Deixou em Branco).
1	Verde	Alegre.
2	Amarelo	Nem muito Alegre, nem muito Triste.
3	Vermelho	Triste.

Quadro 4.3: Categorias para análise do “Estado de Humor” dos alunos presentes nas presentes no MI. (Fonte: Do Autor.).

Definida as categorias, as indicações de cada aluno foram tabuladas e agrupadas. Os percentuais de indicações do “Estado de Humor” dos alunos estão apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.16: Percentual médio de indicação do “Estado de Humor” dos alunos ao longo das perguntas presentes no MI (Grupo Experimental).

	“Estado de Humor” nas Perguntas (%)			
	0	1	2	3
Média	41,3%	23,0%	25,3%	10,4%

Fonte: Do Autor.

“Estado de Humor”: 0: Não assinalou; 1: Alegre; 2: Nem muito Alegre, nem muito Triste; 3: Triste.

Analisando os dados da Tabela 4.16, percebe-se um grande percentual de indicações em Branco (41,3%), ou seja, muitos alunos não indicaram como se sentiam antes de

resolverem as perguntas do MI. Uma possível explicação para o alto percentual de respostas em Branco pode, novamente, estar relacionado ao elevado número de perguntas presentes no MI.

Porém, 48,3% dos alunos se encontravam nos “estados” 1 ou 2, ou seja, “Alegre” ou “Nem muito alegre, nem muito triste”, e apenas 10,4% dos alunos indicaram que se encontravam 3 (“Triste”). Uma explicação para o percentual de respostas 3 (“Triste”) pode estar relacionado com a pesada rotina da escola, com o fato das Aulas de Apoio terem acontecido no final das tardes e nas manhãs de sábado. Ou ainda, pelo fato da grande maioria dos alunos serem oriundos de cidades localizadas em outros estados, a saudade que eles sentem das famílias.

Foi solicitado também que os alunos indicassem como estavam se sentindo antes de confeccionar os seus Mapas Conceituais. Verificou-se também se o “Estado de Humor” na execução dessa atividade exerce alguma influência na Hierarquia Conceitual e a Qualidade dos Mapas.

As indicações do “Estado de Humor” dos alunos antes de realizarem os seus Mapas foram tabuladas e associadas com a classificação dos Mapas quanto a Hierarquia Conceitual e a Qualidade. A Tabela 4.17 apresenta os dados dessa associação.

Tabela 4.17: Classificação do Mapa Conceitual Inicial e Final elaborado por cada aluno e a indicação “Estado de Humor” do aluno em cada Mapa (Grupo Experimental).

Alunos	Mapa Conceitual					
	Inicial			Final		
	HC	QM	“Estado de	HC	QM	“Estado de
A1	M	MR	3	M	MB	1
A2	M	MR	2	B	MR	2
A3	M	MR	2	M	MR	1
A4	B	MD	1	B	MD	0
A5	B	MD	0	M	MR	1
A6	B	MD	2	B	MR	3
A7	B	MD	2	B	MR	2
A8	B	MD	1	M	MR	1
A9	M	MR	3	M	MR	0
A10	M	MR	1	M	MR	3
A11	M	MR	2	A	MB	2
A12	B	MR	0	B	MR	2
A13	B	MR	2	B	MR	0
A14	N	MD	2	M	MR	1
A15	B	MD	0	N	MD	1
A16	B	MD	2	B	MD	2

(Continuação)

Alunos	Mapa Conceitual					
	Inicial			Final		
	HC	QM	“Estado de	HC	QM	“Estado de
A17	N	MD	2	B	MR	1
A18	B	MR	0	B	MR	2
A19	N	MD	1	B	MR	2
A20	N	MD	2	B	MR	2
A21	B	MR	2	B	MR	0
A22	B	MR	3	N	MD	0

Fonte: Do Autor.

HC: Hierarquia Conceitual: **A:** Alta, **M:** Média, **B:** Baixa, **N:** Nula; **QM:** Qualidade do Mapa: **MB:** Muito Bom. **MR:** Regular. **MD:** Deficiente;

“Estado de Humor”: **0:** Não assinalou, **1:** Alegre, **2:** Nem muito Alegre, nem muito Triste, **3:** Triste.

Para verificarmos se existe uma concordância entre os “Estados de Humor” dos alunos ao realizarem o Mapa Inicial e Final utilizaremos os dados apresentados na Tabela 4.17 para confeccionarmos a Tabela 4.18.

Tabela 4.18: “Estado de Humor” dos alunos durante a realização dos Mapas Conceitual Inicial e Final.

“Estado de Humor” no Mapa Inicial	“Estado de Humor” no Mapa Final				Total
	0	1	2	3	
0	0	2	2	0	4
1	1	1	1	1	4
2	2	3	5	1	11
3	2	1	0	0	3
Total	5	7	8	2	22

Fonte: Do Autor.

HC: “Estado de Humor”: **0:** Não assinalou, **1:** Alegre, **2:** Nem muito Alegre, nem muito Triste, **3:** Triste.

Analisando a disposição dos dados da Tabela 4.18 é possível perceber que não existe uma concordância entre a distribuição dos “Estados de Humor” dos alunos entre um Mapa e outro, pois não existe uma concentração de números em nenhuma das diagonais.

Para comprovarmos estatisticamente esse fato, foi aplicado aos dados da Tabela 4.18 o teste estatístico Kappa que é apropriado para medir o nível de concordância.

Com hipótese nula a ser testada:

H_0 : Os “Estados de Humor” dos alunos entre um Mapa e outro são concordantes.

O resultado desse teste está apresentado na Tabela 4.19.

Tabela 4.19: Valores do teste Kappa.

Variável	Coefficiente Kappa	p-valor
“Estado de Humor”	-0,029	0,816

Fonte: Do Autor.

O resultado do teste indica que não há concordância (p -valor = 0,816) entre o Mapa Inicial e o Mapa Final com relação ao “Estado de Humor” do aluno, rejeitando a hipótese nula. O que significa dizer que o “Estado de Humor” dos alunos mudou, de maneira aleatória, do Mapa Inicial para o Mapa Final, alguns para melhor, outros para pior, não havendo uma tendência igual para todos os alunos.

Outro aspecto verificado no trabalho foi à correlação entre o “Estado de Humor” e a Respostas Adequadas dos alunos nas perguntas presentes no MI. A maneira mais eficiente de se mostrar a relação entre duas variáveis quantitativas é através de um gráfico, e o mais adequado para esse fim é o Diagrama de Dispersão. O Diagrama de Dispersão mostra a relação entre duas variáveis quantitativas, medidas nos mesmos indivíduos.

Para isso, associamos o percentual de Respostas Adequadas de cada aluno com a soma dos percentuais de “Estados de Humor” “Feliz” (1) com o “Nem Feliz/Nem Triste” (2).

Com essa associação de dados foi possível, utilizando ferramentas da Estatística, correlacioná-los por meio do Diagrama de Dispersão apresentada na Figura 4.5.

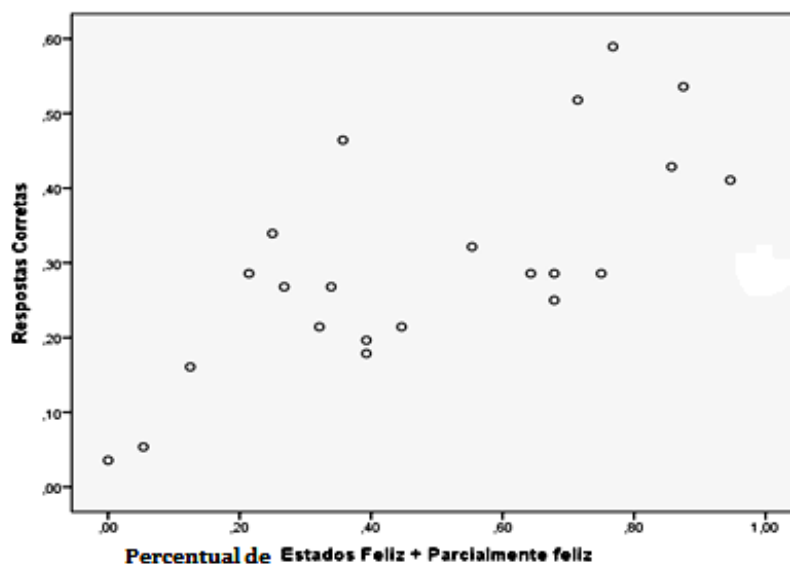


Figura 4.5: Diagrama de Dispersão do Percentual de Respostas Corretas (Adequadas) das perguntas no MI versus a soma dos percentuais de “Estados de Humor” “Feliz” (1) com o “Nem Feliz/Nem Triste” (2).

Fonte: Laboratório de Estatística da Universidade Federal do Espírito Santo.

Se as duas variáveis são associadas positivamente, os valores acima da média de uma tendem a acompanhar valores acima da média da outra, e valores abaixo da média também tendem a ocorrer juntos. Já duas variáveis são associadas negativamente se os

valores acima da média de uma tendem a acompanhar valores abaixo da média da outra, e vice-versa.

Sendo assim, o Diagrama de Dispersão apresentado na Figura 4.5 mostra uma associação positiva entre Percentual de Respostas Corretas (Adequadas) das perguntas no MI e a soma dos percentuais de “Estados de Humor” “Feliz” (1) com o “Nem Feliz/Nem Triste” (2). Pois, os percentuais estão dispostos num padrão linear (reta), mostrando que existe uma correlação.

Para medirmos o nível de significância dessa correlação aplicamos o teste estatístico de Correlação de Spearman nos dados da Figura 4.5. Os resultados desse teste estão apresentados na Tabela 4.19.

Tabela 4.19: *Coefficiente de Correlação de Spearman.*

		A	1 + 2
A	Coeficiente de	1,000	0,684**
	p-valor		0,001
	N	22	22
1 + 2	Coeficiente de	0,684**	1,000
	p-valor	0,001	
	N	22	22

Fonte: Do Autor.

O resultado do p-valor menor que 0,001 apresentados na Tabela 4.19, comprova, estatisticamente, que o “Estado de Humor” dos alunos se correlaciona com as Respostas Adequadas às perguntas presentes no MI.

Esse resultado aponta que se o aluno, antes de responder a pergunta, estiver com um bom “Estado de humor”, a chance de ele acertar a resposta é alta. Uma possível explicação para esse resultado pode estar no fato do aluno, naquele momento, ter considerado aquela atividade significativa e merecedora de envolvimento, ou seja, ele pode ter acreditado na importância e no valor daquela tarefa. Em muitos momentos, o MI apresentava aos alunos Experimentos, Simulação Computacional e Perguntas que tratam de situações do cotidiano naval, com características de desafio, não sendo nem fáceis e nem muito difíceis. Esse fato pode ter estimulado os alunos a responderem adequadamente, influenciando no seu “Estado de Humor”.

4.5 – Diário de Bordo

O passo sete da UEPS proposta por Moreira (2011) trata da avaliação da aprendizagem. Uma das orientações desse passo é que a avaliação deve ser realizada ao longo de sua implementação da Unidade de Ensino, analisando todos os registros, na busca por evidências de Aprendizagem Significativa do conteúdo que foi trabalhado.

Sendo assim, nessa seção, será feito um relato de algumas dessas interações entre professor/mestrando e alunos percebidas ao longo da aplicação do MI por meio de um Diário de Bordo.

Confeccionar o Diário de Bordo, registrando o cotidiano da sala de aula durante a intervenção, possibilitou ao professor/mestrando vários momentos de reflexão sobre a prática pedagógica adotada. Além disso, possibilitou o registro das diversas situações de interações entre professor/aluno permitindo a percepção de evidências da Aprendizagem Significativa do conteúdo trabalhado.

Devido à pesada rotina de uma escola militar, em vários momentos da utilização do Material Instrucional, o professor/mestrando percebeu um aparente cansaço dos alunos. Porém, mesmo com essa fadiga, a maioria das aulas era permeada por várias perguntas interessantes e por questionamentos por parte dos alunos.

Além disso, nas aulas envolvendo os Experimentos Demonstrativos e a Simulação Computacional o professor/mestrando observou o entusiasmo com que os alunos respondiam às perguntas presentes no MI, seguidos por momentos de discussões com a turma. Uma possível explicação para esse entusiasmo pode estar relacionado com o fato do MI apresentar diversas atividades estimulantes (situações-problema, Experimentos, Simulação Computacional), possibilitando que o aluno estivesse presente e vivesse a situação se defrontando com uma tarefa real de aprendizagem.

Nas aulas iniciais, que abordavam o conteúdo de grandezas Físicas, Notação Científica e Potência de dez, o professor/mestrando pôde observar que muitos alunos apresentavam muitas dificuldades ao realizarem as operações básicas de matemática, principalmente, quando envolvia a soma e subtração com potências de dez com expoentes diferentes. Outro ponto observado foi à dificuldade que muitos alunos apresentavam em interpretar as perguntas presentes no MI.

Tentando minimizar essas dificuldades o professor/mestrando buscava, utilizando uma linguagem mais conceitual, apresentar os significados dos conceitos aceitos no contexto da Física, incentivando, em seguida, que os alunos devolvessem os significados captados. Para Moreira (2011b, p. 49), “É um erro pensar, por exemplo, que a linguagem da Física é apenas um formalismo matemático”.

Na aula destinada para a confecção dos Mapas Conceituais o professor/mestrando percebeu uma participação ativa dos alunos. Porém, percebeu também no desenvolvimento dessa atividade a necessidade de um tempo maior destinado ao treinamento para o uso dessa ferramenta, visto que, para a maioria dos alunos a utilização de Mapas Conceituais era uma novidade.

Com relação à utilização de Vídeos e Filmes, o professor/mestrando observou que pelo fato de muitos alunos estarem cansados no dia da exibição, devido às atividades físicas realizadas ao longo do dia, eles cochilaram durante a exibição do vídeo “Os dez melhores submarinos do Mundo”. Outra possível explicação para o cochilo dos alunos nessa aula pode estar relacionado com a longa duração do vídeo escolhido (45 minutos), ou também, com o fato da sua exibição ter ocorrido no final da tarde. Uma sugestão para um próximo trabalho seria a escolha um vídeo mais curto ou tentar exibi-lo nos primeiros tempos de aula.

Entretanto, após a exibição do vídeo, o que chamou a atenção foi à quantidade de respostas adequadas dadas pelos alunos à pergunta relacionada aos conceitos físicos presentes no vídeo. Muitos alunos comentaram sobre os momentos em que esses conceitos apareciam no vídeo.

Dando continuidade às aulas, ao apresentar o conteúdo a ser ensinado, o professor/mestrando percebeu o entusiasmo com que alunos participavam das discussões propostas. Durante essas discussões o professor/mestrando procurava atuar sempre como mediador. Essa participação efetiva pode ser explicada pelo fato do aluno ter percebido, por meio das situações-problema apresentadas, uma possível relação dos conceitos físicos propostos com o seu cotidiano, percebendo assim, a importância desse conhecimento para a explicação do Movimento dos corpos.

Todas as aulas eram iniciadas com a apresentação de um resumo da aula anterior e nesse momento o professor/mestrando, com o intuito de verificar se o que foi proposto havia sido consolidado, fazia várias perguntas sobre os conteúdos já abordados. Em

seguida, eram apresentadas novas situações-problema num nível de complexidade maior que as anteriores. Essas novas situações-problema eram propostas por meio de diversas estratégias como, por exemplo: o uso de Experimentos e de Simulação Computacional.

Seguindo os passos da UEPS, apresentamos as três Leis de Newton por meio do uso de Experimentos e do Simulador sobre Hidrostática do Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA).

Ao realizarem essas atividades o professor/mestrando percebeu uma boa participação dos alunos, pois os dados obtidos por meio dos Experimentos ou da Simulação eram sempre acompanhados por diversos questionamentos dos estudantes. No momento da apresentação do Simulador do Submarino, vários alunos tiveram a oportunidade de manuseá-lo, enquanto outros alunos ficaram apenas observando atentamente, por meio do Data-show, o colega clicar nos ícones e alterar os parâmetros e conseqüentemente os resultados.

Durante uma Simulação que apresentavam as forças que atuam em um submarino em movimento (submergindo) o aluno A20 perguntou ao professor:

A20: “Professor, quais são as forças que atuam no corpo durante uma queda?”.

Essa pergunta demonstra que o aluno extrapolou o exemplo presente no Simulador, trazendo para a aula uma nova situação, complementando e exemplificando o conteúdo proposto.

Essa pergunta gerou um novo momento de discussão sobre as forças que atuam nos corpos durante o seu movimento de queda, além disso, possibilitou ao professor/mestrando citar a força de resistência do ar, além de outros tipos de lançamento vertical e horizontal que também fazem parte da Mecânica.

Após essa primeira discussão o aluno A3 fez a segunda colocação:

A3: “Professor, quais são as forças que atuam num carro em movimento? E quando é o mesmo é freado?”.

Uma discussão em torno dessa situação relacionada ao movimento dos automóveis foi iniciada com a participação de toda a turma.

Para responder quais são as forças que atuam no automóvel em movimento, o professor/mestrando retomou o exemplo do submarino em movimento, relacionando as forças no mesmo com as forças que atuam no automóvel. Para isso, foi feito um desenho, no quadro branco, representando todas as forças que atuam no submarino e no automóvel em movimento. Essa representação buscava fazer com que os alunos percebessem as diferenças e semelhanças entre as diversas forças que atuam nesses corpos, possibilitando assim os processos da Diferenciação Progressiva e da Reconciliação Integradora, pois apesar de se tratarem de situações diferentes abordam os mesmos conceitos.

Por se tratar de um ambiente militar a rotina da Escola sofre alterações pelo Comando como desfiles militares e visitas de autoridades, várias aulas do grupo Experimental que deveriam ocorrer de segunda a sexta-feira foram canceladas. Como na Escola os alunos são submetidos a um regime de semi-internato, algumas aulas do grupo Experimental foram realizadas aos sábados. Esse fator pode ter causado certo descontentamento em alguns alunos, gerando reclamações no decorrer das atividades que foram realizadas nesses dias.

Vale ressaltar que, em vários dias da semana, após ensaiar para os desfiles militares, no final da tarde, os alunos do grupo Experimental retornavam para a sala de aula. Nesses dias, devido ao cansaço físico, as aulas não foram muito produtivas, pois, os alunos fadigados não respondiam ativamente as perguntas, participando muito pouco das discussões em grupo, bem como não realizavam os exercícios quando solicitados.

Outro ponto relevante é que na véspera das provas de outras disciplinas os alunos se apresentavam agitados e preocupados no Apoio Escolar com os estudos para o dia seguinte. Esse fato atrapalhava o andamento das aulas, pois, nesses dias, muitos alunos ficavam dispersos e não participavam de maneira adequada.

Devido às particularidades citadas anteriormente, e, ainda, pela proximidade da data da primeira prova de Física que é estabelecida no Currículo da Escola, o conteúdo presente no MI não pôde ser ministrado em sua totalidade. O professor/mestrando somente conseguiu abordar o conteúdo do MI até a Unidade 4, deixando de ministrar o conteúdo relacionado às equações horárias dos movimentos.

Contudo, do ponto de vista do professor/mestrando, a análise geral da aplicação do MI elaborado é bastante positiva, principalmente, na possibilidade do Material Instrucional

apresentar elementos do cotidiano naval. Essa característica do MI fez com que o professor/mestrando percebesse, ao longo das aulas, um maior interesse dos alunos para aprender os novos conhecimentos, permitindo que os mesmos pudessem dar significado ao conteúdo a ser ensinado.

A impressão que fica é que a mudança da postura enquanto professor que passou a levar em consideração os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, e a adoção dos aspectos sequenciais da UEPS possibilitou que os alunos percebessem a utilidade do conteúdo físico proposto para as atividades a serem desempenhadas a bordo dos navios.

4.6 – Questionário de Opinião

Nesse trabalho em ensino o professor/mestrando também realizou um levantamento da opinião dos alunos a respeito do Material Instrucional por meio dos seguintes instrumentos de coleta de dados: Questionário de Opinião e uma Entrevista semiestruturada.

O Questionário de Opinião foi composto por dez perguntas diretas e por uma questão aberta, sendo respondido após o término do MI pelos vinte e dois alunos que fizeram parte desse estudo. Além de procurar verificar o nível de entendimentos dos alunos sobre o Movimento dos corpos antes da implementação do MI, o Questionário procurava verificar a opinião dos alunos a respeito dos Recursos Instrucionais utilizados no Material.

Para isso, os alunos foram convidados a assinalar a sua resposta numa escala de Likert que variava de 1 (Ruim) até 5 (Ótimo) em cada pergunta. Para facilitar a análise dos dados do Questionário, o professor/mestrando adotou o seguinte critério:

- Ruins: soma superior a 10% nas respostas assinaladas em 1 e 2.
- Ótimos: soma superior a 80% nas respostas assinaladas em 4 e 5.

A Tabela 4.20 apresenta os resultados do questionário de Opinião aplicado aos alunos do Grupo Experimental.

Tabela 4.20: Questionário de levantamento de opinião dos alunos e percentual de respostas de cada pergunta.

		Ruim.....Ótimo				
		1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)
1	Seu nível de entendimento quando o assunto Movimento foi abordado em aula era:	13,6	31,8	40,9	9,1	4,5
Os Recursos Instrucionais utilizados despertaram seu interesse para o assunto?						
2	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	4,5	18,2	31,8	27,3	18,2
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	0,0	0,0	13,6	40,9	45,5
	<i>Vídeos e Filmes</i>	4,5	4,5	4,5	13,6	72,7
	<i>Simulações</i>	0,0	0,0	4,5	31,8	63,6
Os Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino contribuíram para despertar o seu interesse no estudo dos Movimentos dos corpos?						
3	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	4,5	27,3	31,8	22,7	13,6
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	0,0	4,5	13,6	45,5	36,4
	<i>Vídeos e Filmes</i>	4,5	0,0	4,5	40,9	50,0
	<i>Simulações</i>	0,0	0,0	9,1	31,8	59,1
Os Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino contribuíram para sua compreensão dos conceitos físicos presentes no estudo dos Movimentos dos corpos?						
4	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	4,5	13,6	36,4	18,2	27,3
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	0,0	4,5	13,6	31,8	50,0
	<i>Vídeos e Filmes</i>	4,5	9,1	18,2	22,7	45,5
	<i>Simulações</i>	0,0	0,0	9,1	36,4	54,5
Os Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino o estimularam a participar da aula respondendo às perguntas que o professor fez sobre o estudo dos Movimentos dos corpos?						
5	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	0,0	22,7	27,3	22,7	27,3
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	4,5	4,5	13,6	22,7	54,5
	<i>Vídeos e Filmes</i>	4,5	4,5	31,8	18,2	40,9
	<i>Simulações</i>	0,0	0,0	13,6	31,8	54,5
Os Recursos Instrucionais o estimularam a participar da aula o levando a fazer, espontaneamente, perguntas ou comentários sobre Movimento dos corpos?						
6	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	9,1	13,6	31,8	27,3	18,2
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	0,0	4,5	27,3	31,8	36,4
	<i>Vídeos e Filmes</i>	4,5	0,0	27,3	31,8	36,4
	<i>Simulações</i>	0,0	0,0	18,2	27,3	54,5
Os Recursos Instrucionais o estimularam a fazer os exercícios propostos na Unidade de Ensino?						
7	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	4,5	22,7	27,3	36,4	9,1
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	0,0	9,1	22,7	31,8	36,4
	<i>Vídeos e Filmes</i>	9,1	4,5	22,7	40,9	22,7
	<i>Simulações</i>	0,0	0,0	22,7	31,8	45,5
Os Recursos Instrucionais utilizados contribuíram para prender sua atenção às explicações e às discussões sobre Movimento dos corpos?						
8	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	4,5	36,4	13,6	27,3	18,2
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	0,0	9,1	13,6	36,4	40,9
	<i>Vídeos e Filmes</i>	0,0	9,1	18,2	18,2	54,5
	<i>Simulações</i>	0,0	0,0	13,6	13,6	72,7

		(continuação)				
		Ruim.....		Ótimo		
		1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)
9	Os Recursos Instrucionais utilizados contribuíram para que você pensasse, durante a aula, em algumas situações do cotidiano relacionadas ao Movimento dos corpos?					
	<i>Textos apresentados ao longo da</i>	9,1	9,1	27,3	31,8	22,7
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>	0,0	4,5	18,2	27,3	50,0
	<i>Vídeos e Filmes</i>	9,1	9,1	22,7	18,2	40,9
	<i>Simulações</i>	4,5	0,0	13,6	27,3	54,5
<i>Em caso afirmativo</i> , em quais situações cotidianas, relacionadas ao Movimento dos corpos, você pensou?						
10	Qual foi seu grau de motivação para a elaboração dos Mapas Conceituais solicitados na Unidade de Ensino?					
	<i>Mapa Conceitual antes.</i>	18,2	18,2	36,4	22,7	4,5
	<i>Mapa conceitual depois.</i>	9,1	9,1	9,1	45,5	27,3

Fonte: Do Autor.

A primeira pergunta do Questionário buscava avaliar qual era o nível de conhecimento que os alunos consideravam possuir, a respeito do conteúdo do Movimento dos corpos, antes da apresentação do MI.

De acordo com o critério adotado pelo professor/mestrando para análise dos dados da pergunta 1 na Tabela 4.20, observa-se que, antes da intervenção, 45,4% dos alunos responderam que apresentavam um nível de conhecimento baixo sobre o assunto Movimento, sendo que, apenas, 13,6% dos alunos declararam conhecer bem o conteúdo que seria ministrado.

Os dados fornecidos por essa pergunta corroboram com as informações extraídas dos Mapas Conceituais elaborados ao longo desse trabalho em ensino, pois os Mapas indicam que apesar da maioria dos alunos já terem estudado o assunto abordado, poucos são, realmente, capazes de mostrar conhecimento efetivo dos conceitos relacionados ao Movimento dos corpos.

Como as perguntas 2 até 9 do Questionário de Opinião abordam os Recursos Instrucionais presentes no MI, faremos um análise, separadamente, para as respostas dadas pelos alunos em cada Recurso avaliado.

4.6.1 Textos apresentados ao longo do MI

Analisando as respostas das perguntas 2 a 9 do Questionário, percebemos que entre Recursos Instrucionais utilizados no trabalho, os Textos apresentados ao longo do MI tiveram a pior avaliação.

Os resultados dessas perguntas apontam que os Textos apresentados não despertaram e nem contribuíram para despertar o interesse dos alunos. Não contribuíram para sua compreensão dos conceitos físicos, não os estimularam a participar da aula, respondendo ou fazendo, espontaneamente, perguntas ou comentários.

Além disso, os Textos não estimularam os alunos a fazerem os exercícios propostos no MI, não contribuíram para prender a atenção às explicações, e nem para que eles pensassem, durante a aula, em algumas situações do cotidiano relacionadas ao Movimento dos corpos.

A título de informação, apresentaremos trechos de algumas respostas dadas pelos alunos na última pergunta aberta do Questionário de Opinião:

A11: *“Os textos não foram muito proveitosos, pois aqui temos pouco tempo e muito cansaço físico e mental [...]”.*

A16: *“Em minha opinião, a matéria contida na apostila foi bem detalhada, mas existem alguns textos que não precisaria ter [...]”.*

Uma possível explicação para a avaliação ruim dos Textos pelos alunos pode estar relacionada à escolha do professor/mestrando por textos longos, ao cansaço devido à rotina militar, e a falta de hábito de leitura por parte dos alunos.

4.6.2 Experimentos Demonstrativos

Os resultados das perguntas 2 e 3 apontam que na opinião dos alunos os Experimentos Demonstrativos despertaram ou contribuíram para despertar o interesse dos alunos para o estudo do Movimento dos corpos, bem como contribuíram para a compreensão dos conceitos físicos presentes no estudo dos Movimentos dos corpos.

A título de informação apresentaremos trechos de algumas respostas dadas pelos alunos na última pergunta do Questionário de Opinião a respeito dos Experimentos Demonstrativos:

A10: “[...] Os experimentos são super importantes para uma melhor compreensão da física, ajuda muito até mesmo nas observações de nossas atividades cotidianas.”.

Esse resultado pôde ser evidenciado pelo professor/mestrando ao longo das aulas que abordavam os Experimentos Demonstrativos onde percebia um maior interesse dos alunos. Apesar de serem demonstrativos, com orientação do professor os alunos eram convidados a realizarem os experimentos para toda a turma. Esse momento propiciava uma certa descontração e como a turma era pequena, todos ficavam ao redor do experimento discutindo e avaliando os resultados obtidos.

4.6.3 Vídeos e Filmes

Os resultados das perguntas 4, 7 e 9 apontam que na opinião dos alunos os Vídeos e Filmes utilizados no MI não contribuíram para compreensão dos conceitos físicos, e, também, não os estimularam a resolverem os exercícios propostos na Unidade de Ensino. Além disso, os Vídeos e Filmes utilizados não contribuíram para que os alunos pensassem, durante a aula, em algumas situações do cotidiano relacionadas ao Movimento dos corpos.

Porém, os resultados das perguntas 2 e 3 indicam que para a maioria dos alunos os Vídeos/Filmes contribuíram para despertar o interesse do assunto abordado no MI.

A título de exemplo, apresentaremos trechos de algumas respostas dadas pelos alunos na última pergunta do Questionário de Opinião a respeito dos Vídeos e Filmes:

A11: “[...] Os vídeos e os experimentos foram muito proveitosos, pois podemos ver como a física é propriamente aplicada na prática.”.

A20: “[...] Os experimentos demonstrativos me ajudaram bastante, porém o que eu mais gostei e o que mais me ajudou foram os vídeos, filmes e as simulações.”.

O fato do vídeo sobre “Os dez melhores submarinos de Guerra” ter sido exibido no final de um dia em que os alunos realizaram muitas atividades físicas, e, portanto, estavam bastante cansados pode ser uma explicação para o fato do vídeo não ter contribuído para a compreensão dos conceitos físicos. Contudo, como era um vídeo que retratava situações do cotidiano naval, ele contribuiu para despertar o interesse dos alunos sobre o assunto abordado no MI.

Com relação aos Filmes propostos para que os alunos assistissem fora do horário de aula, essa tarefa ficou prejudicada pela falta de tempo disponível dos alunos, novamente devido à rotina da escola, para que eles pudessem assistir. Essas dificuldades detectadas servem de subsídio para a implementação futuras alterações no MI proposto.

4.6.4 Simulação Computacional

Dos Recursos Instrucionais avaliados pelos alunos no Questionário de Opinião, a Simulação Computacional foi o que teve o melhor resultado. Segundo os alunos, a utilização da Simulação despertou ou contribuiu para despertar o interesse para o estudo dos Movimentos dos corpos. Além disso, contribuiu para a compreensão dos conceitos físicos e estimulou a participação em sala de aula respondendo às perguntas feitas pelo professor. Estimulou os alunos a fazerem, espontaneamente, perguntas ou comentários. Contribuiu para prender a atenção dos alunos durante as explicações/discussões, bem como contribuiu para que os alunos, durante a aula, pensassem em algumas situações do cotidiano relacionadas ao Movimento dos corpos.

Uma possível explicação para essa boa avaliação da Simulação pode estar relacionado ao fato de ser um Recurso Instrucional que envolve a tecnologia, atraindo a atenção e despertando o interesse dos alunos. Além disso, a Simulação contribuiu para que os alunos pensassem em outras situações do cotidiano como relatado no Diário de Bordo.

Os resultados do Questionário de Opinião reforçam a ideia que tanto a utilização de Experimentos, bem como de Simulações são importantes aditivos e complementam as outras estratégias, promovendo embelezamentos capazes de motivar o aluno para o estudo dos conteúdos apresentados.

A título de exemplo, apresentaremos trechos de algumas respostas dadas pelos alunos na última pergunta do Questionário de Opinião a respeito do uso de Simulações:

A16: “[...] Em questão de desenvolvimento, achei muito legal e proveitoso, achei as simulações e experiências feitas em sala muito proveitosa para o entendimento da matéria. Foi muito importante e acho que deveria ter muito mais desse tipo de atividade na sala de aula.”

Segundo Buzneck (2010), o uso de diversas estratégias de ensino contribui para se conseguir um melhor envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem, além

disso, provoca o interesse, quebra a mesmice, combate o tédio e suaviza o caráter de obrigatoriedade das tarefas.

Vale ressaltar que, de acordo com o critério para análise das respostas do questionário adotado pelo professor/mestrando, nenhum dos Recursos Instrucionais utilizados se destacou, positivamente, para estimular os alunos a fazerem os exercícios presentes no Material Instrucional.

4.6.5 Situações do cotidiano

A pergunta nove do Questionário buscava verificar, na opinião dos alunos, qual a contribuição dos Recursos Instrucionais para a associação da matéria de ensino com situações do cotidiano. Ainda na pergunta nove, os alunos foram convidados a escrever quais as situações cotidianas que eles pensaram relacionadas ao Movimento dos corpos.

A título de informação, apresentamos algumas respostas dadas por alguns alunos:

A2: *“Uma simples viagem curta de trem, andar de skate, sobre a nossa própria profissão, nos navios e submarinos da MB.”*

A3: *“O trânsito. No deslocamento até a nossa casa. Nosso regresso ao quartel aos fins de semana.”*

A20: *“Pensei no submarino, no menino andando de skate, nos navios navegando, etc.”*

Analisando as respostas acima, é possível perceber que muitos dos alunos conseguiram extrapolar os exemplos para outras situações diferentes das que foram trabalhadas no MI, como por exemplo, viagem de trens, o trânsito e deslocamentos em ruas, etc.

4.6.6 Motivação dos alunos ao realizarem o Mapa Conceitual

A última pergunta fechada do Questionário tinha como objetivo avaliar a opinião dos alunos quanto à motivação no momento em que eram solicitados a elaborarem os Mapas Conceituais.

Analisando os resultados dessa pergunta, percebemos que apenas 27,2% estavam motivados a fazerem o Mapa Inicial. Este percentual subiu 72,8% para a elaboração do

Mapa Final, revelando uma melhora significativa na motivação dos alunos nesta atividade.

Essa melhora no resultado para o Mapa Final pode ser um indicativo de que os alunos atribuíram ao Mapa Conceitual uma ferramenta de destaque no compartilhamento de significados (MOREIRA, 2011b).

4.6.7 Outros aspectos que os alunos julgaram importantes

A última questão era aberta e tinha como objetivo levar os alunos a avaliarem outros aspectos que julgaram importantes em relação ao uso dos Recursos Instrucionais propostos no MI. Após a análise das respostas dadas pelos alunos a essa pergunta, o professor/mestrando percebeu que ideia inicial de apresentar no MI diversos Recursos Instrucionais foi aprovada pela maioria dos alunos.

A título de exemplo, seguem algumas respostas dadas pelos alunos a essa questão:

A15: *“A demonstração, simulação, vídeos e filmes prendem mais o nosso interesse do que só coisas escritas. Conseguimos aprender mais quando vemos a teoria na prática, os experimentos e simulações são algo que devia ter mais nas aulas porque são nessas aulas que mais conseguimos aprender.”*

A2: *“Achei de extrema importância os experimentos, simulações e vídeos. Gostei também da apostila abordar assuntos de nosso interesse como: navios, torpedos, mísseis, submarinos, etc.”*

Analisando as respostas dos alunos percebemos a importância de se utilizar diversos Recursos Instrucionais, contudo, somente o uso desses recursos não é suficiente. O professor deve tornar as atividades presentes nesses recursos significativas, isso possibilitará que o aluno veja significado ou importância nas atividades e nos recursos prescritos (BUZNECK, *ibid.*).

Segundo Moreira (2011b, p. 46), “[...] é imprescindível que se use recursos instrucionais que mostrem essa relacionabilidade e discriminabilidade, ou seja, como os novos conhecimentos se relacionam com os anteriores e como se diferenciam deles.”

Sobre a interação com a turma, destaca-se a opinião do aluno A1:

A1: *“Foi muito bom, pois a interação com a turma é melhor para o aprendizado, e as experiências ajudam a compreender o que estamos estudando.”.*

A opinião desse aluno reforça a visão humanista defendido por Novak (et al., apud MOREIRA, 2011b) de que quando a aprendizagem é significativa, o aprendiz cresce, tem uma sensação boa e se predispõe a novas aprendizagens na área.

Reforça também a visão interacionista social da Aprendizagem Significativa, ou seja, uma abordagem triádica envolvendo aluno, professor e materiais instrucionais educativos do currículo proposta por Gowin (apud. MOREIRA, 2011b). Nessa visão sociointeracionista o processo ensino-aprendizagem é visto como um compartilhamento de significados a respeito dos materiais educativos do currículo.

4.7 – Entrevista

Como atividade final, buscando complementar as opiniões dos alunos obtidas por meio do Questionário aplicado, propusemos a realização de uma Entrevista semiestruturada descrita na seção 3.9.7, onde procuramos organizar um conjunto de questões sobre o tema estudado (MANZINI, 1990/1991). O objetivo da Entrevista foi permitir e incentivar o aluno a falar livremente sobre assuntos abordados pelo entrevistador.

Para a entrevista, foi elaborado um roteiro composto por seis perguntas. Depois de elaborado o roteiro ele foi aplicado um mês após o encerramento da aplicação do MI ao grupo Experimental pelo próprio professor/mestrando. Todos os vinte dois alunos que participaram do trabalho foram entrevistados e o conteúdo dessa entrevista registrado em áudio. Para a coleta de dados as entrevistas foram transcritos na íntegra.

A primeira pergunta da Entrevista realizada foi a seguinte:

P1: *Em sua opinião, como a utilização do Material Instrucional sobre o estudo do movimento, nas aulas de apoio, contribuiu para o seu aprendizado dos conceitos de Movimento?*

Para todos os entrevistados, o MI contribuiu para a aprendizagem dos conceitos de Movimento. A seguir, a título de exemplo, destacaremos algumas respostas dos alunos:

A3: *“Contribuiu bastante, porque eu tinha certa dificuldade no entendimento de tudo, acho que a forma de explicação com que foi colocado foi mais ampla. Parecendo que já estava no nosso dia a dia, e a gente só não enxergava aquilo. Ajudou muito.”.*

A12: *“Claro, contribui bastante. Os experimentos, coisas que o senhor inventava, tudo ajudou a gente a ter um melhor rendimento, se aprofundar mais na matéria. Não é tão legal ficar só ali no quadro, o senhor mostrava de várias formas, trazia outros elementos.”.*

A17: *“Sim, a unidade demonstrou alguns ensinamentos que, regularmente, no dia a dia, a gente não tinha conhecimento. Tendo a oportunidade de aprimorar esses conhecimentos, o que ajudou bastante na hora da prova.”.*

A2: *“Com certeza, justamente por sair daquela rotina chata, do professor ficar na sala sempre fazendo o mesmo, explica no quadro, escreve isso, escreve aquilo. Trazendo uma coisa nova incentiva o aluno a prestar mais atenção, a ver aquilo e perceber que é diferente. Tem experimento, tem vídeo, a pessoa fica incentivada e aprende mais.”.*

Analisando a Entrevista, percebemos que as respostas dos alunos complementam as opiniões fornecidas no Questionário. Muitos alunos relatam tanto no Questionário quanto na Entrevista a dificuldade que eles têm para o entendimento da Física.

Além disso, dizem que com o MI a explicação se tornou mais ampla, a inclusão situações do dia a dia incentivou os alunos a prestarem mais atenção nas aulas. Esse fato, também relatado no Diário de Bordo, mostra que na maioria das aulas os alunos participavam efetivamente das discussões em grupos com várias perguntas e questionamentos.

Outro ponto da Entrevista que corrobora com a opinião dos alunos no Questionário foi a diversidade de Recursos Instrucionais utilizados no MI. Os alunos podem ter percebido a utilização desses recursos como sendo uma tarefa estimulante, com características de desafios e que contribuem para o seu envolvimento nas atividades de aprendizagem (BZUNECK, 2010).

Segundo os alunos, esses recursos ajudaram o melhorar o rendimento da turma e os incentivavam a aprenderem mais. Além disso, os alunos relatam que utilizando esses

recursos as aulas se tornavam diferentes, que o professor saía do quadro branco e não ficava sempre fazendo o mesmo, ou seja, saía daquela rotina “chata”.

O resultado dessa pergunta nos leva a inferir que o uso das diversas estratégias, o significado e relevância das tarefas propostas, as características motivadoras inerentes a essa tarefas, e a reação do professor às tarefas cumpridas e avaliadas no MI contribuíram de alguma forma para despertar o interesse e incentivar o aluno a aprender (BUZNECK, *ibid.*).

A segunda pergunta tratava das dificuldades encontradas pelos alunos ao longo do MI.

P2: *Que tipos de dificuldades você encontrou ao longo da utilização do Material Instrucional?*

Apenas 36,4% dos entrevistados relataram não terem encontrado dificuldades ao longo da aplicação do MI. Porém, outros alunos (18,2%) relataram que tiveram dificuldades ao realizarem os cálculos matemáticos, e ao interpretarem os textos relacionados com a Física.

Para exemplificar esse resultado, destacamos algumas respostas dos alunos:

A1: *“Dificuldades em interpretar o texto das questões para colocar a fórmula para resolver.”*

A20: *“A dificuldade que eu tinha era de ler mesmo, de interpretar os problemas. Com a unidade, os vídeos, as experiências, o jeito de ensinar, ficaram mais fáceis de aprender.”*

Podemos observar nas respostas dessa pergunta que, apesar da maioria dos alunos do curso de formação de marinheiros possuírem o Ensino Médio completo, eles próprios reconhecem que têm dificuldades em matérias básicas como Matemática e Português.

Novamente, as respostas dos alunos na Entrevista complementam as informações obtidas pelo Questionário de Opinião. Os 45,4% indicaram no questionário realizado que antes do MI o seu nível de entendimento do assunto Movimento era ruim. Uma possível explicação para essa dificuldade no entendimento da Física pode estar relacionado com as dificuldades relatadas pelos alunos na Entrevista em disciplinas como Matemática e Português.

A2: “Eu tinha dificuldades para entender alguns movimentos. Eu achava que era só entender o cálculo e fazer. Se você entender a base dos movimentos, entender o que precisa saber depois o cálculo é só a matemática, e é tranquilo.”.

A resposta do aluno A2 também evidencia este fato, pois ele reconhece que tinha dificuldades em entender os movimentos, pois achava que bastava apenas utilizar as fórmulas presentes na Mecânica. Com o estudo realizado, ele percebeu que era necessário entender os conceitos físicos, fazendo isso à parte matemática fica bem mais “tranquila”.

Outro resultado do Questionário em comum com a Entrevista está na boa aceitação que os Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino. Todos os alunos entrevistados relataram que os Vídeos, as Experiências, a Simulação Computacional facilitaram o entendimento dos conceitos físicos apresentados nas aulas. Para 13,6% o jeito de ensinar e a dedicação do professor facilitaram a aprendizagem dos conteúdos propostos.

A terceira pergunta buscava saber a opinião dos alunos sobre os diversos Recursos Instrucionais apresentados no MI.

P3: *O Material Instrucional apresentou os seguintes Recursos Instrucionais: Textos, Vídeos, Experimentos e Simulação. Em sua opinião, qual você mais gostou? Qual você gostou menos? Por quê?*

Os gráficos 4.4 apresentam os resultados da Entrevista dos alunos sobre os Recursos Instrucionais adotados no MI.

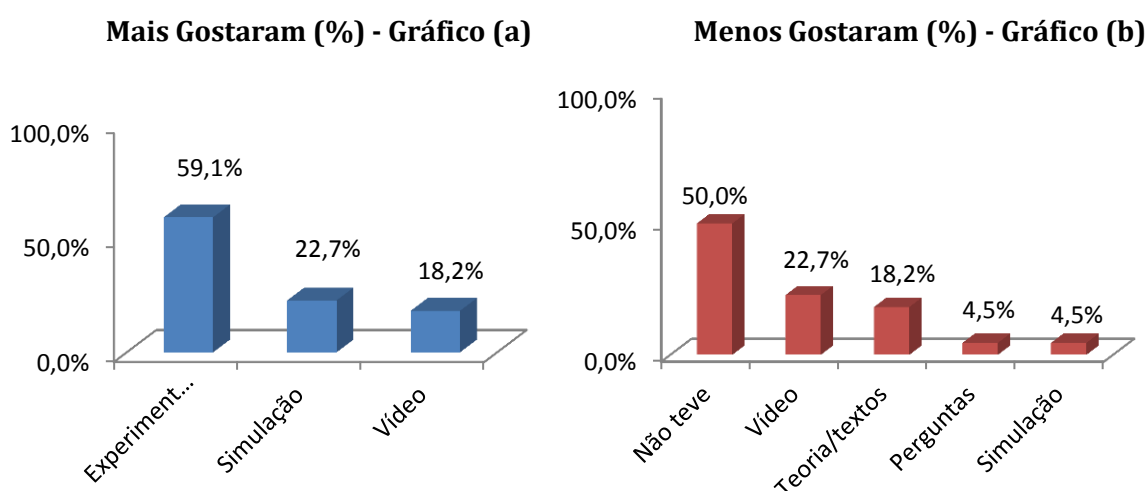


Gráfico 4.4: Percentual relativo aos Recursos Instrucionais apresentados no MI. (Fonte: Do Autor).

Os dados presentes no Gráfico 4.4 (a) apontam que a diversidade de Recursos Instrucionais apresentadas no MI agradou e muito aos alunos. Essas atividades podem ter servido para que os alunos percebessem a relacionabilidade entre os novos conhecimentos e as ideias apresentadas anteriormente.

A título de exemplo apresentaremos as respostas de três alunos:

A3: *“Os experimentos despertavam a curiosidade dos alunos do que iria acontecer. Não teve algo em que eu menos gostei, acho que foi muito bem aproveitado.”*

A16: *“A experiência, na prática a gente aprende com mais facilidade, a gente vê ali na hora o que acontece [...]”*

A9: *“Gostei mais dos experimentos, pois mostrava mais a realidade.”*

O que foi mostrado pela opinião dada pelos alunos no Questionário complementa as falas na Entrevista. Para os alunos, o uso de Experimentos, Simulações e Vídeos estimulam, facilita, despertam a curiosidade e tornam o aprendizado mais divertido.

A forma com que o conteúdo foi abordado e o uso de diferentes Recursos Instrucionais pode ter estimulado a participação efetiva dos estudantes, tornando as aulas mais agradáveis, resultando num melhor rendimento do aprendizado mais significativo.

Assim como no Questionário de Opinião, o resultado da terceira pergunta apresentado no Gráfico 4.4 (b), mostra que os textos não tiveram uma boa avaliação.

Algumas falas dos entrevistados ressaltam esse fato.

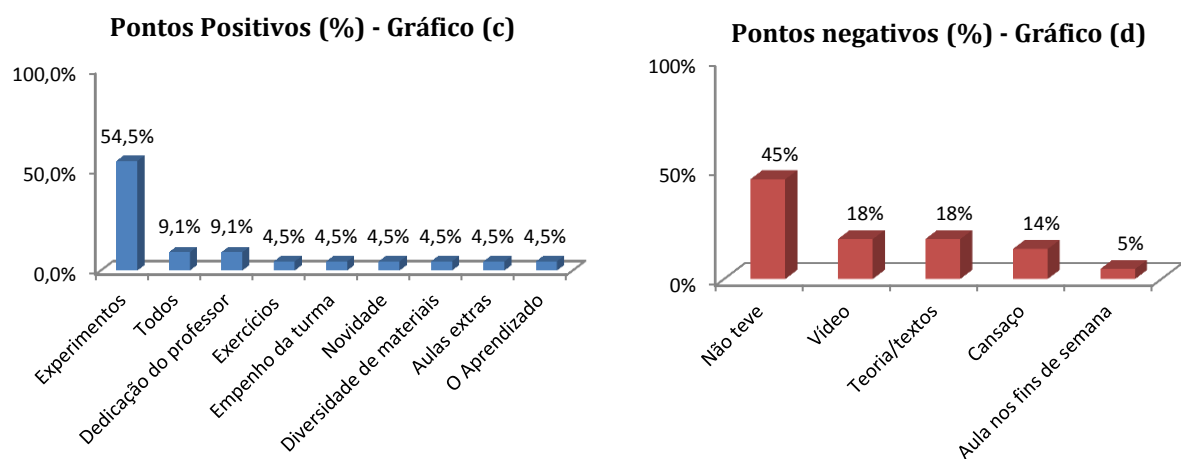
A11: *“[...] Gostei menos dos textos, porque eram muito grandes.”*

A14: *“[...] Menos gostei da quantidade excessiva de slides, muito texto, pode ser mais direto.”*

A resposta do aluno **A14** na Entrevista chamou a atenção do professor/mestrando para a estratégia, utilizando slides, que foi adotada para a explicação de alguns conteúdos. Para esse aluno o número de slides foi excessivo e com textos longos demais, em sua opinião os slides poderiam ser mais diretos.

A quarta pergunta do questionário buscava avaliar, na opinião dos alunos, quais os pontos positivos e os negativos do MI. Os resultados estão apresentados no Gráfico 4.5.

P4: *Que pontos, no Material Instrucional, você destacaria como positivos? E como negativos?*



Fonte: Do Autor.

Gráficos 4.5: Destaques positivos e negativos do MI.

Os dados do Gráfico 4.5 (c) revelam que os Experimentos aparecem, novamente, como lugar de destaque positivo na opinião dos alunos.

Isso pode ser evidenciado pelas falas de alguns alunos:

A17: *“Positivo: Exatamente as experiências, pois com elas você tem uma noção melhor da Física [...]”.*

A3: *“Positivo: algo novo, que a gente está estudando de maneira nova, vendo situações do nosso dia a dia, coisas do nosso cotidiano que a gente não para prestar atenção.”.*

Os sete Experimentos Demonstrativos utilizados no MI foram de fácil realização e construídos com materiais de baixo custo. Como a experiência era realizada em sala de aula por alunos voluntários, essa tarefa proporcionou para esses alunos algumas oportunidades: permitiu a manipulação de objetos e ideias; propiciou o processo de negociação de significados entre os alunos e com o professor; incentivando o interesse pela ciência e pelas relações entre os conceitos científicos abordados com o cotidiano naval.

Ainda analisando as respostas presentes no Gráfico 4.5 (c), observamos que na opinião de 9,1% dos alunos o destaque positivo foi a dedicação do professor.

Alguns trechos das falas dos alunos reforçam essa ideia:

A10: *“Positivo: a disponibilidade do professor, o contato, a maneira como o senhor fala com a gente.”.*

A7: *“Positivo: a dedicação do professor, a facilidade que a gente tinha de aprender nas aulas.”.*

Esses alunos podem ter percebido que o processo de Aprendizagem Significativa envolve uma Negociação de Significados entre os discentes e os docentes, com o professor assumindo um papel de negociador de significados. Na verdade é mais um processo de troca, onde o professor que já domina certos significados os apresenta ao aluno, e para que isso ocorra tanto o professor quanto o estudante devem estar dispostos e motivados a compartilharem esses significados aceitos no contexto da matéria de ensino (MOREIRA, 2011b).

As anotações realizadas pelo professor/mestrando em seu Diário de Bordo complementam essas opiniões dos alunos na Entrevista. Ao longo da aplicação do MI o professor/mestrando teve a oportunidade de mudar a sua postura em sala de aula, principalmente, passou a ouvir mais o que os alunos tinham a dizer. Esse ouvir propiciou um processo de interação social, implicando num intercâmbio de significados. Segundo Vygotsky (apud. Moreira, 2011b), “[...] esta interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo.”.

Observe, ainda, nos dados do Gráfico 4.5 (d) que para 45% dos entrevistados, o MI não apresentou pontos negativos. Contudo, os dados também revelam um elevado percentual negativos para os Vídeos e os Textos (36%), corroborando com os dados obtidos no Questionário discutido anteriormente.

O fato de muitos alunos não terem indicado pontos negativos pode estar relacionado à estratégia adotada pelo professor/mestrando na entrevista realizada. A entrevista foi realizada pelo próprio professor/mestrando a um grupo de militares acostumados a obedecerem a hierarquia, esse fato pode ter contribuído para inibir os alunos a dizerem o que realmente estavam pensando.

A quinta e última pergunta do questionário buscava avaliar como os alunos se sentiam na maior parte das aulas. Buscava também saber qual a opção que o aluno em média mais assinalou nas “carinhas” apresentadas ao longo do MI.

Essa informação será útil para comparar com os dados obtidos pela indicação do “Estado de Humor” dos alunos solicitado sempre antes de realizarem determinada atividade.

A pergunta era a seguinte:

P5: *Pensando nas carinhas presentes no MI (mostrar para eles em um papel com as carinhas), como você se sentiu na maior parte do tempo das aulas? Por quê? (têm a ver com a matéria, com o professor, com a rotina, outros...).*

O Gráfico 4.6 apresenta os resultados percentuais para essa pergunta.

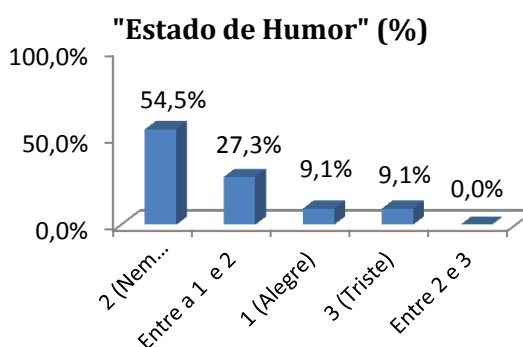


Gráfico 4.6: Opinião dos alunos quanto ao “Estado de Humor”. (Fonte: Do Autor).

Analisando os dados do Gráfico 4.6, percebe-se que a maioria dos entrevistados (54,5%) respondeu que, na maior parte do tempo das aulas, eles se encontravam entre a “carinha” 2 (Nem muito Alegre/Nem muito triste), e 27,3% respondeu que ficava sempre entre a 1 e a 2.

Isso fica evidente em alguns trechos das falas dos entrevistados:

A2: *“A maioria das vezes a amarela (2), eu estava gostando da aula, mas sempre com muitas saudades de casa. A rotina é muito cansativa, estressante. Acontecem problemas fora que a gente não pode intervir.”.*

A20: *“A amarela (2), não muito pela matéria em si, mais pelo cotidiano da escola, que é muito puxado. Nunca coloquei carinha de triste, pois eu nunca estava triste, mas pela rotina puxada, eu coloquei mais a amarela, não tem como estar feliz sempre.”.*

Além da rotina cansativa, a explicação dada pelos alunos para essa resposta está no fato deles estarem longe da família, pois mais 85% dos alunos são provenientes de outros estados brasileiros. Como esses fatos aparecem na Entrevista, pode-se apontar que estes

sentimentos disputam a atenção dos alunos na sala de aula, no caso da EAMES, sendo este um fator que pode contribuir negativamente para o rendimento dos estudantes.

Os 9,1% dos entrevistados disseram que se encontravam na maior parte do tempo na “carinha” 3 (Triste), o que foi evidenciado por algumas falas:

A9: *“Na triste (3) pelo fato de ter ficado de Apoio Escolar, mas meio que ajudou a pessoa a melhorar, ajudou a entender, porque antigamente, você aprendia a matéria de Física e não ligava muito, só para poder passar e acabou. Com esse material a pessoa ligou para aprender a matéria e saber o que está fazendo.”*

A22: *“Triste (3), por estar de Apoio Escolar. É horrível, estar na aula no horário da recreação.”*

Percebemos que a indicação do “Estado de Humor” como “Triste” está relacionada ao fato deles estarem no Apoio Escolar e terem que ficar a bordo (não podendo se ausentar da escola) até o meio-dia de sábado. Este fator, também, pode ter influenciado na atenção dos alunos e pode ter interferido no desempenho dos mesmos ao longo das aulas.

A seguir, comparamos as informações constantes no Gráfico 4.6 com o percentual médio das indicações do “Estado de Humor” dos alunos ao realizarem as atividades. Nessa comparação percebemos que a soma dos que indicaram a “carinha” 1 (Feliz) com os que indicaram a “carinha” 2 (Nem muito Alegre/Nem muito triste) ao longo da Unidade de Ensino corresponde a 48,3% dos alunos. Já na Entrevista, a soma desses dois indicadores corresponde a 63,3% dos alunos, esse resultado não se aproxima tanto das indicações “Estado de Humor” dos alunos ao longo do MI. Uma explicação para essa diferença pode estar no fato que, na Entrevista, 27,3% dos alunos disseram se encontrar entre o estado 1 e 2, sendo que essa opção não estava disponível para os alunos no quadro de indicações presentes nas questões do MI.

Na Entrevista 9,1% dos alunos disseram se encontrar na “carinha” 3 (Triste), esse resultado se aproxima do percentual médio (10,4%) encontrado nas indicações do “Estado de Humor” dos alunos ao realizarem as atividades.

A Entrevista semiestruturada foi utilizada no trabalho em ensino como mais um instrumento para coletar dados, pois segundo Manzini (1990/1991, p. 149), “Ela se insere em um espectro conceitual maior que é a interação propriamente dita que se dá

no momento da coleta”, podendo ser concebida como um processo de interação social, verbal e não verbal, que ocorre face a face, entre um entrevistador e o entrevistado, possibilitando estudar o fenômeno em pauta.

As informações obtidas pelas respostas dadas pelos alunos na Entrevista permitiu ao professor/mestrando compreender e a interpretar melhor os resultados quantitativos obtidos pelos outros instrumentos de coleta de dados (Diário de Bordo, Questionário de Opinião, “Estado de Humor”) utilizados no trabalho.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

O objetivo da presente dissertação foi elaborar um Material Instrucional e avaliar os impactos de sua utilização para a aprendizagem dos conceitos relacionados ao Movimento dos corpos a um grupo de alunos da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo. Este MI foi elaborado com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (MOREIRA, 2001d) e seguindo as sugestões de Bzuneck (2010) para a promoção da motivação dos estudantes no contexto escolar.

Neste capítulo apresentaremos as considerações do trabalho e também sugestões de melhorias e de correções em algumas lacunas observadas ao longo de sua implementação, para orientar a realização de trabalhos futuros que utilizem os mesmos pressupostos.

Para apresentar as principais conclusões, vamos retomar os objetivos específicos descritos na seção 3.2 deste trabalho que estão transcritos abaixo para facilitar sua visualização:

1. Comparar o rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste entre os grupos Controle e Experimental.
2. Analisar os Mapas Conceituais visando avaliar os significados que os alunos atribuem aos conceitos relevantes relacionados ao movimento dos corpos.

3. Analisar as respostas fornecidas pelos alunos para as Perguntas contidas no Material Instrucional visando avaliar os significados que os alunos atribuem aos conceitos relevantes relacionados ao movimento dos corpos.
4. Verificar se o “Estado de Humor” pode influenciar na qualidade das respostas às perguntas e na qualidade dos Mapas Conceituais propostos no Material Instrucional.
5. Avaliar o processo de utilização do MI elaborado por meio da opinião dos alunos e do Diário de Bordo do professor/mestrando;

Cada objetivo específico se apresenta como uma ação necessária a ser realizada ao longo deste trabalho. Portanto, as conclusões apresentadas refletem o resultado destas ações.

Os testes estatísticos utilizados para avaliar diferenças no desempenho dos alunos mostraram que o Grupo Experimental apresentou um menor **rendimento** no Pré-Teste que os alunos do Grupo Controle. Porém, no Pós, os resultados indicaram uma melhora no rendimento dos alunos do Grupo Experimental se comparados aos alunos do Grupo Controle, sendo comprovada uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos dois grupos.

Este resultado é um indício de que o Material Instrucional contribuiu para a aprendizagem dos alunos. Assim, podemos afirmar que os princípios e as estratégias presentes na TAS e as sugestões de Bzuneck (2010) utilizados no desenvolvimento do trabalho tais como Discussão Fenomenológica, Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integradora, Consolidação e a Negociação de Significados, cuidados com o *feedback* ao aluno, parecem ter contribuído para a criação de um Material Instrucional potencialmente significativo para os alunos da EAMES.

A análise qualitativa dos **Mapas Conceituais** Finais aponta que houve uma melhora na representação dos conceitos centrais para a compreensão do fenômeno do Movimento. Além disso, aponta que apesar da repetição de algumas palavras de ligação houve uma melhora na qualidade das mesmas. O resultado dos testes estatísticos da comparação entre os Mapas Conceituais Iniciais e Finais dos alunos do Grupo Experimental corrobora com o resultado da análise qualitativa, e aponta uma melhora estatisticamente significativa na Hierarquia Conceitual e na Qualidade dos Mapas. Aponta também que a Hierarquia Conceitual não exerceu influência no rendimento dos

alunos no Pós-teste, porém, comprovam que os alunos que obtiveram uma melhor classificação quanto à Qualidade nos Mapas Conceituais Finais apresentaram melhores rendimentos nas notas no Pós-teste.

Assim, os resultados das análises dos MC apontam que o uso dessa ferramenta pode ser encarado também como um bom instrumento de avaliação da aprendizagem, bem como evidenciam que a proposta aqui relatada pode ter contribuído para a Aprendizagem Significativa dos estudantes sobre os conceitos relacionados ao movimento dos corpos.

O resultado da análise das respostas fornecidas pelos alunos para as **Perguntas** do Material Instrucional sugere que o uso dessa estratégia possibilitou ao professor/mestrando atuar de maneira intencional para tentar mudar significados da experiência do aluno. As perguntas contidas no MI possibilitaram que os alunos refizessem as suas Respostas. Essa estratégia permitiu ao professor/mestrando verificar como os alunos reorganizavam o novo conhecimento com o conhecimento já existente na sua Estrutura Cognitiva.

O uso dessa estratégia nos momentos de discussões individuais ou com toda a turma se mostrou uma boa alternativa para promoção do processo de Negociação de Significados dos conceitos apresentados. Esse processo pode ter possibilitado que as dúvidas dos alunos nas perguntas contidas no MI fossem sanadas ao longo do texto e das aulas.

Outro instrumento de coleta de dados utilizados foi o **“Estado de Humor”** dos alunos. Os testes estatísticos realizados apontam que há uma correlação entre o “Estado de Humor” dos alunos antes da realização das perguntas do Material Instrucional com os acertos dessas perguntas. O que pode ser uma evidência de que os alunos consideraram as atividades que abordavam situações do cotidiano naval propostas no MI como sendo significativas e merecedoras de envolvimento, dando importância e valor as mesmas.

A análise do Diário de Bordo elaborado pelo professor/mestrando evidenciou que apesar do aparente cansaço dos alunos devido à rotina militar rígida (tarefas diárias ao redor da escola e os serviços noturnos), as aulas ministradas para os alunos do Grupo Experimental foram permeadas por diversas discussões em grande grupo. O professor/mestrando observou que os alunos responderam as perguntas propostas no MI e realizaram as atividades (Experimentos, Simulação Computacional) com interesse e entusiasmo.

A avaliação da **opinião** dos alunos a respeito da utilização do MI elaborado foi realizada por meio da Entrevista e do Questionário de Opinião. Os resultados mostram que apesar da maioria dos alunos já ter estudado o conteúdo abordado no MI, eles apresentam um baixo nível de conhecimento sobre o assunto Movimento dos Corpos. Apontam também que os Textos e os Vídeos apresentados no MI parecem não ter contribuído efetivamente para despertar o interesse dos alunos para a compreensão dos conceitos físicos e prender a atenção às explicações. Porém, os resultados indicam que o uso dos Experimentos, Vídeos/Filmes e Simulações apresentaram contribuições efetivas para despertar o interesse do assunto abordado no MI. Adicionalmente, apontam a Simulação Computacional como o Recurso Instrucional melhor avaliado dentre todos os utilizados.

Os resultados do Questionário e da Entrevista apontam que os alunos perceberam as atividades presentes nos Experimentos Demonstrativos e na Simulação Computacional como sendo significativas, ou seja, compreenderam a importância e utilidade dos conceitos presentes nessas atividades para o seu cotidiano, e isso pode ter contribuído para aumentar a motivação dos alunos durante as aulas.

Diante dos resultados encontrados nas análises do rendimento no Pós-teste dos alunos do grupo Experimental, das respostas das Perguntas presentes no MI, qualitativa e quantitativa dos Mapas Conceituais elaborados, das reflexões do professor/mestrando por meio do Diário de Bordo e das opiniões dos alunos, podemos afirmar que a aplicação do Material Instrucional contribuiu para a aprendizagem dos conceitos relacionados ao Movimento dos corpos a um grupo de alunos da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo.

Trabalhos Futuros

Por outro lado, ao longo da implementação do MI chamamos a atenção para alguns aspectos que podem proporcionar melhores resultados em trabalhos futuros. Podemos citar:

- ✓ Destinar um tempo maior de exercícios para o uso da ferramenta Mapa Conceitual. Além disso, o professor deve possibilitar que o aluno possa refazer diversas vezes o seu Mapa, pois para Moreira (2011b) os Mapas são dinâmicos e estão constantemente mudando no curso da Aprendizagem Significativa. Além

disso, se possível, possibilitar que o aluno explique oralmente, para a turma o seu Mapa Conceitual, pois o resultado do presente trabalho aponta que a explicação apenas por meio da escrita não forneceu muitas informações adicionais ao professor.

- ✓ Reduzir o número de Perguntas presentes no MI e focar mais precisamente nos conceitos e princípios a serem discutidos no contexto do conteúdo a ser apresentado.
- ✓ Ao invés de propor que o aluno assinale o “Estado de Humor” antes de cada pergunta, como sugestão solicitar que ele realize essa tarefa uma única vez no início de cada aula. Adicionalmente, solicitar também que o aluno marque o “Estado de Humor” após a realização tarefa. Isso pode indicar com mais precisão a aceitação ou não do aluno pela tarefa proposta.
- ✓ Utilizar Vídeos e Filmes curtos ou pequenos trechos dos mesmos para evitar que os alunos se distraiam ou cochilem ao longo da exibição. Além disso, se possível, procurar exibi-los nas primeiras aulas do dia para evitar o cansaço dos alunos.
- ✓ Utilizar pequenos textos e com temas que estejam ligados ao cotidiano profissional ou pessoal dos alunos ao longo do MI.
- ✓ Fazer o uso de mais atividades colaborativas do tipo trabalhos em grupos, peças de teatro, murais, realização de experimentos que podem ser presenciais ou virtuais em pequenos grupos que possibilitem viabilizar o intercâmbio e a Negociação de Significados entre os alunos. Cabe destacar, que essas atividades não devem implicar que os alunos copiem, memorizem ou reproduzam algo, segundo Moreira (2011d) isso estimulará a aprendizagem mecânica.
- ✓ Na realização da Entrevista, buscando incentivar que o aluno fale livremente sobre assuntos abordados é interessante que outra pessoa e não o professor que realizou a pesquisa seja o entrevistador.

Experiência Pessoal

As leituras e reflexões em torno das teorias de aprendizagem realizadas ao longo do curso de Mestrado e que foram utilizadas para a elaboração e aplicação do Material

Instrucional trouxeram algumas contribuições para a minha vida profissional. A principal delas ocorreu na mudança da postura enquanto professor ao ministrar o conteúdo proposto no MI que teve como orientação os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Nessa transformação, ao invés de aulas puramente baseadas na narrativa procurei ouvir mais a opinião dos alunos, ou seja, antes de abordar determinado conteúdo procurava perguntar aos alunos o que eles sabiam a respeito desse conteúdo. Além de ouvir os alunos, apresentar os novos conteúdos por meio de situações-problema ligadas ao cotidiano naval me fez perceber o quanto essas tarefas podem tornar as aulas mais interessantes e fomentar discussões individuais ou em grande grupo.

Outra transformação foi à mudança na reação ao cumprimento das tarefas executadas pelos alunos. O fato de perceber que a forma como o professor fornece o *feedback* positivo ou negativo pode afetar o processo de aprendizagem e a própria motivação do aluno mudou a forma como as minhas aulas são ministradas atualmente. As estratégias variadas para a correção do erro e como tornar o elogio eficaz numa determinada situação me fez perceber que motivar alunos desmotivados é um desafio possível de ser atingido.

Ao elaborar o Material Instrucional também percebi a importância de se utilizar nas aulas de Física diversos Recursos Instrucionais, principalmente, os Experimentos e a Simulação Computacional. O uso desses recursos além de enriquecer a forma como que os conteúdos são apresentados pode atrair a atenção dos alunos e os motivar a participarem mais ativamente das aulas.

Por fim, o que se pode perceber é que o ensino da Física continua se baseando muito na aprendizagem memorizada de fórmulas, de procedimentos e na ausência de ideias claras e estáveis. A principal contribuição desse trabalho em ensino foi o fato de perceber que as minhas aulas não fugiam dessa realidade, pois não utilizava nenhuma teoria de aprendizagem em minha prática. Sendo assim, era necessária uma mudança da minha postura enquanto professor. A apresentação e o conhecimento de algumas teorias de aprendizagem para realização desse trabalho em ensino me possibilitou a realização dessa mudança.

CAPÍTULO 6

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Barcelona. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** 1. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

BZUNECK, J.A.; GUIMARÃES, S.E.D. **Motivação para Aprender: aplicações no contexto educativo.** 2. ed. Petrópolis/RJ: Editora Vozes, 2010.

CAÑETE, L. S. C. **O diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor.** 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

COSTA, Emílie Saraiva Alves. **Contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS para o ensino de ecologia em uma escola pública de educação básica.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e da Matemática da UFRGN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/16112>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

FERRACIOLI, Laércio. **Mapas conceituais como instrumento de eliciação do conhecimento.** Revista Didática Sistemática. Rio Grande/RS, V. 5. trimestral, jan/jun. de 2007, p. 65-77, ISSN: 1809-3108.

GASPAR, Alberto. **Física - Volume Único.** 1. ed. Editora Ática. 2002.

GRIEBELER, Adriane. **Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa**. Dissertação (Mestrado profissional) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/61844>>. Acesso em: 16 dez. 2014.

GUEDES, Maria de Fátima dos Santos. **Estudando Prismas Com O Auxílio De Softwares Educativos Tridimensionais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - da Universidade Severino Sombra. Vassouras, 2013. Disponível em: <http://www.uss.br/arquivos;jsessionid=82A793A16AF598F854930DDC11D7235E/postrgraduacao/strictosensu/educacaoMatematica/dissertacoes/2013/MPEM_Dissert2013_Maria_Fatima.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2014.

LIBARDI, Diego Mota. **A utilização de um material instrucional Potencialmente significativo para o Ensino do conceito de temperatura: um Estudo com alunos do ensino médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis) da UFES, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. Didática. São Paulo, V. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. 2012. 349 f. Tese (Programa internacional de doctorado Enseñanza de las ciencias) - Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, Burgos, 2012.

MOORE, David S. **A Estatística Básica e Sua Prática**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011a.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1. ed., São Paulo; LF Editorial, 2011b.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em Ensino: Aspectos metodológicos**. Porto Alegre: 2009c. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios10.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2014.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2011d. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2013.

NOVAK, J. D., & GOWIN, D. B. (1999). **Aprender a aprender**. 2. ed., C. Valadares, Trad. Lisboa: Plátamo Editora. (Obra original publicada em 1984).

SILVA, Claytor Vieira. **Uma investigação sobre a elaboração e a utilização de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa para o estudo de um tópico de mecânica no contexto rural**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis) da UFES, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em: <<http://www.ensinodefisica.ufes.br/pos-graduacao/PPGenFis/detalhes-da-tese?id=8101>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

ANEXOS

ANEXO A – CURRÍCULO E CARGA HORÁRIA ADOTADA PELAS ESCOLAS DE APRENDIZES-MARINHEIROS PARA A DISCIPLINA FÍSICA

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

OM:	ESCOLAS DE APRENDIZES-MARINHEIROS	
CURSO:	FORMAÇÃO DE MARINHEIROS PARA A ATIVA	
DISCIPLINA:	FÍSICA	ATUALIZADO EM 2013
CÓDIGO:	FMN-04	CARGA HORÁRIA: 90 HORAS
SUMÁRIO		

1) OBJETIVOS GERAIS DA DISCIPLINA

- a) Aplicar os conceitos da física na solução de problemas; e
- b) Relacionar os conhecimentos adquiridos na disciplina com a vida naval.

2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO

1. MECÂNICA..... 33 HORAS

- 1.1 - Grandezas físicas e fundamentais;
- 1.2 - Movimento, repouso, sistema de referência, trajetória e ponto material;
- 1.3 - Velocidade média;
- 1.4 - Movimento retilíneo uniforme;
- 1.5 - Unidades de espaço, tempo e velocidade;
- 1.6 - Aceleração de um corpo;
- 1.7 - Movimento retilíneo uniformemente variado;
- 1.8 - Força: Elementos de uma força e unidades de força;
- 1.9 - Sistema de forças: Resultante de um sistema de forças;
- 1.10 - As três leis de NEWTON;
- 1.11 - Força de atrito;
- 1.12 - Trabalho e potência;
- 1.13 - Energia cinética, potencial e mecânica; Conservação da energia mecânica;
- 1.14 - Centro de gravidade;
- 1.15 - Momento de uma força; e
- 1.16 - Equilíbrio de corpos rígidos e de ponto material.

2. HIDROSTÁTICA..... 12 HORAS

- 2.1 - Densidade e pressão;

- 2.2 - Pressão atmosférica;
- 2.3 - Princípio de Stevin;
- 2.4 - Princípio de Arquimedes; e
- 2.5 - Princípio de Pascal.

3. ONDULATÓRIA..... 11 HORAS

- 4.1 - Frequência e período;
- 4.2 - Ondas: Classificação, características, e propagação; e
- 4.3 - Acústica: Características e propagação da onda sonora.

4. TERMOLOGIA..... 28 HORAS

- 5.1 - Temperatura: Equilíbrio térmico e escalas termométricas;
- 5.2 - Dilatação térmica dos sólidos e líquidos: Dilatação linear, superficial e volumétrica dos sólidos, dilatação térmica dos líquidos e características da dilatação da água.
- 5.3 - Gases perfeitos: Modelo de gás perfeito e Leis dos gases;
- 5.4 - Calor sensível e calor latente: Capacidade térmica e calor específico. Mudança de estado físico;
- 5.5 - Calor e sua propagação: processos de propagação (transmissão) do calor; e
- 5.6 - Noções de Termodinâmica: Trabalho e calor, Leis da Termodinâmica, máquinas térmicas e Ciclo de Carnot.

3) DIRETRIZES ESPECÍFICAS

- a) Para comprovar princípios e leis em geral, as aulas poderão ser de demonstração e/ou práticas;
- b) As aulas práticas poderão ser ministradas em laboratório específico e/ou na sala de aula;
- c) As aulas expositivas deverão ser enriquecidas com recursos audiovisuais, quando a instituição oferecer condições para o preparo e realização das aulas e de acordo com a carga horária;
- d) Cada UE deverá ser desenvolvida de maneira mais objetiva possível, visando principalmente a integração com a vida naval; e
- e) Deverá haver integração entre os professores desta disciplina e os instrutores de Eletricidade e de Matemática bem como com os instrutores das disciplinas do Ensino Militar Naval, na resolução de problemas que envolvam os diversos conteúdos e na relação com o cotidiano do marinheiro.

4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

a) Será realizada através de 3 (três) provas escritas, de acordo com a seguinte distribuição:

1ª Prova - UE 1;

2ª Prova - UE 2 e UE 3; e

3ª Prova - UE 4 .

b) O resultado final será obtido através da média aritmética das notas obtidas;

c) Ao elaborar as provas, os docentes deverão observar os objetivos, estabelecidos no projeto específico da disciplina; e

d) A recuperação da aprendizagem deverá ocorrer ao longo de cada Unidade de Ensino através do acompanhamento sistemático dos alunos com Baixo Desempenho Acadêmico na disciplina em questão e do estudo monitorado, com orientações dos professores.

5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Softwares educacionais;

b) Projetor multimídia; e

d) Videocassete/ DVD.

6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Para os alunos:

GASPAR, Alberto. **Física**. Volume único. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2002.

Para os docentes:

a) CARRON, Wilson, GUIMARÃES, Osvaldo. **As Faces da Física**. Volume único. 3ª ed. São Paulo: Moderna. 2009.

b) CLINTON, Márcio Ramos, BONJORNO, José Roberto, AZENHA, Regina, BONJORNO, Valter. **Física História & Cotidiano**. Volume único. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2005.

c) MÁXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. **Física**. Volume único. 2ª ed. São Paulo: Scipione, 2007.

d) RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física**. Vol. 1. São Paulo: Editora Moderna, 2009.


f) _____. **Os Fundamentos da Física**. Vol. 2. São Paulo: Editora Moderna, 2009.

g) _____. **Os Fundamentos da Física**. Vol. 3. São Paulo: Editora Moderna, 2009.

h) SAMPAIO, José Luiz, CALÇADA, Caio Sérgio. **Física**. Volume único. 3ª ed. São Paulo: Atual, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE DE FÍSICA APLICADO PARA A TURMA GOLF (2014)

	ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO		VALOR: 10,0 PONTOS	
	DEPARTAMENTO DE ENSINO			
	PRÉ-TESTE			
	NOME DE GUERRA _____		NOTA:	
	Nº: _____	PEL: _____		CIA: _____
	DATA: __/__/2014.			TURMA: GOLF

01) Um avião percorre 6,0 km em 2,0 minutos. Sabendo que 1 m/s é igual a 3,6 km/h e que $v = \text{distância}/\text{tempo}$, calcule a velocidade do avião em m/s.

02) Duas forças $F_1 = 3\text{N}$ e $F_2 = 4\text{N}$, perpendiculares, são aplicadas num corpo. Qual o valor da força resultante? Use o Teorema de Pitágoras.

03) Uma partícula move-se de modo que sua equação horária da posição é $s = -20 + 5t$, com unidades do SI. Sabendo que $s = s_0 + v.t$, calcule:

a) a posição no instante $t = 2\text{s}$.

b) o instante em que a partícula passa pela origem dos espaços.

04) Faça as transformações de unidade conforme os exemplos abaixo.

Ex:1 $1\text{ m} = 10^2\text{ cm}$ e Ex:2 $1\text{ km} = 10^3\text{ m}$

a) 350 cm para m.

b) 5000 m para km.

05) Numa represa um homem faz seu barco a remo atingir uma velocidade máxima de 8 quilômetros por hora. Se esse mesmo remador estiver num rio, cujas águas correm para o oeste com uma velocidade de 5 quilômetros por hora, determine a velocidade máxima que ele consegue atingir quando:

a) rema no mesmo sentido da correnteza.

b) rema no sentido oposto ao da correnteza.

06) Escreva os números em Notação Científica (Potência de 10) de acordo com os exemplos abaixo.

Ex: 1 $0,002 = 2 \cdot 10^{-3}$ e Ex: 2 $2000 = 2 \cdot 10^3$

a) 382 =

b) 21.200 =

d) 0,042 =

e) 0,75 =

Assinale a opção correta.

Figura referente à questão 07.



Retirado do site: <http://tvuol.uol.com.br/assistir.htm?video=acidente-provoca-colisao-de-navios-na-turquia-04023868C0B15346>

07) A figura acima representa uma imagem de uma manobra de atracação, na qual um navio colide com um rebocador. No momento da colisão:

- (A) A força exercida pelo navio sobre o rebocador tem a mesma intensidade da força exercida pelo rebocador sobre o navio.
- (B) O navio exerce uma força sobre o rebocador, mas o rebocador não exerce força sobre o navio.
- (C) Nenhuma das embarcações exerce força sobre o outro, o rebocador é destruído apenas porque estava no caminho do navio.
- (D) A intensidade da força exercida pelo rebocador sobre o navio é maior do que a intensidade da força exercida pelo navio sobre o rebocador.
- (E) A intensidade da força exercida pelo navio sobre o rebocador é maior do que a intensidade da força exercida pelo rebocador sobre o navio.

08) Executando uma faxina, um Marinheiro empurra aplicando uma força constante e horizontal um “camburão” de lixo, numa superfície sem atrito. Se de repente o Marinheiro deixar de aplicar essa força, o “camburão”

- (A) aumentará a sua velocidade durante algum tempo, mas depois vai se movendo mais devagar até parar.
- (B) começará imediatamente a se mover mais devagar até parar.
- (C) se moverá com uma velocidade constante durante algum tempo, mas depois vai se movendo mais devagar até parar.
- (D) se moverá com uma velocidade constante.
- (E) parará imediatamente.

Figura referente à questão 09.



Retirado do site: <http://esportes.terra.com.br/jogosparaolimpicos/pequim/2008/>

09) A imagem acima representa uma competição de lançamento de peso. Assinale qual a opção abaixo que melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre o corpo, após ele abandonar a mão do atleta. Despreze a resistência do ar.

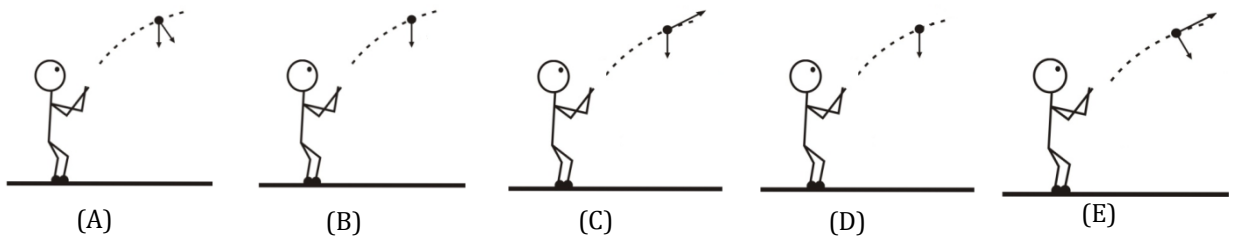
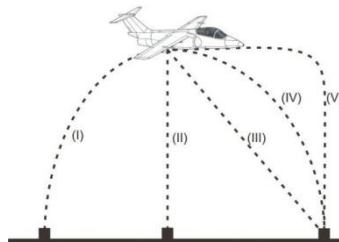


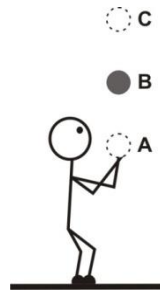
Figura referente à questão 10.



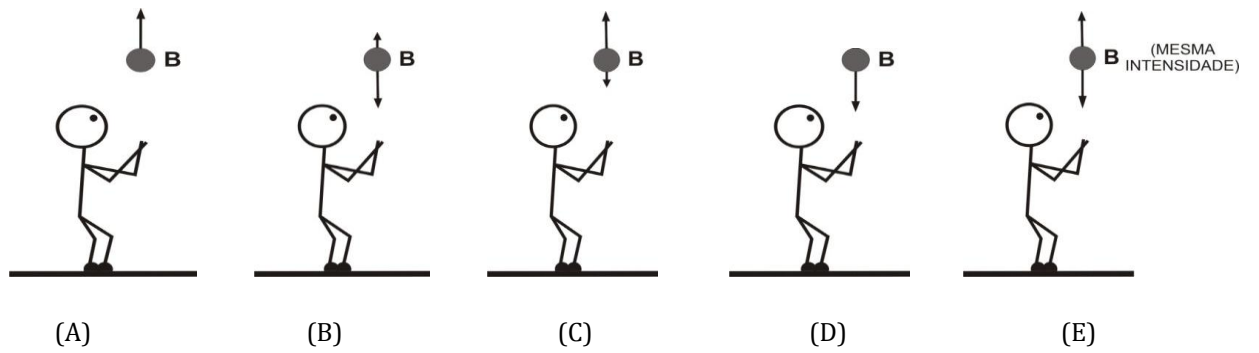
10) A figura acima representa um avião da Marinha do Brasil realizando uma manobra de ajuda humanitária. Durante um voo horizontal o avião abandona um pacote contendo alimentos. Após deixar o avião, qual a opção abaixo melhor representa a trajetória do pacote quando visto por um observador situado na Terra.

- (A) I
- (B) II
- (C) III
- (D) IV
- (E) V


Figura referente à questão 11.



11) A figura acima representa um marinheiro lançando uma pedra verticalmente para cima. Desprezando a resistência do ar, assinale a opção que representa a(s) força(s) que age(m) sobre a pedra no ponto B.



APÊNDICE B – AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL DE FÍSICA (PÓS-TESTE) APLICADO PARA OS ALUNOS DO GRUPO EXPERIMENTAL E CONTROLE

	ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS DO ESPÍRITO SANTO		VALOR: 10,0 PONTOS	
	DEPARTAMENTO DE ENSINO			
	1ª PROVA DE FÍSICA			
	NOME DE GUERRA _____		NOTA:	
	Nº: _____	PEL: _____		CIA: _____
	DATA: __/__/2014.			TURMA: GOLF

I – MÚLTIPLA-ESCOLHA (valor: 6,0 pontos – 0,5 cada)

- 01) Coloque F (falso) ou V (verdadeiro) nas afirmativas abaixo, em relação ao conceito de movimento de um móvel.
- () No Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), a partícula descreverá variações de posição iguais em intervalos de tempos iguais.
 - () Um móvel pode estar em movimento ou em repouso, dependendo do referencial.
 - () Se a velocidade inicial de um móvel é $v_0 = 10 \text{ m/s}$, e sua aceleração $a = 3 \text{ m/s}^2$, sua função-velocidade é dada por $v = 3 + 10.t$.
 - () Quando o módulo da velocidade de uma partícula é constante, o módulo de sua aceleração é diferente de zero.
 - () Em um movimento retilíneo acelerado, o módulo da velocidade aumenta a cada instante.

Assinale a opção correta.

- (A) (V) (V) (V) (F) (V)
- (B) (V) (F) (V) (V) (V)
- (C) (F) (F) (F) (V) (V)
- (D) (V) (V) (F) (F) (V)
- (E) (V) (F) (V) (V) (F)

- 02) Na propaganda de um modelo de automóvel, publicada numa revista especializada, o fabricante afirmou que, a partir do repouso, esse veículo atinge a velocidade de 90 km/h em 10 s. A aceleração escalar média, medida em m/s^2 , nessa condição, é de
- (A) 2,5
 - (B) 3,0
 - (C) 3,5
 - (D) 4,0
 - (E) 4,5

- 03) Suponha que a Fragata União esteja se deslocando com uma velocidade de 10 Nós, quando passa próximo de uma ilha, onde há um farol que auxilia os navegantes. Nesse momento, um Marinheiro está parado no convés dessa Fragata. Sobre essa situação, é correto afirmar que
- (A) a Fragata União está em repouso, em relação ao farol.
 - (B) o Marinheiro está em repouso, em relação ao farol.
 - (C) o Marinheiro está em movimento, em relação à Fragata União.
 - (D) o Marinheiro está em movimento, em relação ao farol.
 - (E) a Fragata está em repouso, em relação à ilha.
- 04) Suponha que o Navio Hidroceográfico Cruzeiro do Sul parta do Rio de Janeiro, RJ, às 13 h, terminando sua viagem no Porto de Vitória, ES, às 21h do mesmo dia. A distância percorrida do Rio de Janeiro a Vitória foi de 360 km. Calcule a velocidade escalar média percorrida por esse navio, em Nós, nesta viagem.
- Dado: 1 Nó = 1,8 km/h
- (A) 18
 - (B) 25
 - (C) 30
 - (D) 35
 - (E) 45
- 05) Suponha que o movimento de uma viatura seja descrito pela função $S = 5.t^2 - 30.t + 50$ (S.I.). Qual a função-velocidade que descreve esse movimento?
- (A) $v = 30 + 5.t$
 - (B) $v = -30 + 10.t$
 - (C) $v = 50 + 5.t$
 - (D) $v = 30 - 5.t$
 - (E) $v = 50 - 10.t$
- 06) Suponha que um projétil de chumbo, de massa 10 g (0,01 kg), seja disparado de uma arma. Sabendo que, na boca do cano, a velocidade do projétil é de 500 m/s, o trabalho realizado, em Joules, pela força expansiva dos gases resultantes da combustão da pólvora para expelir este projétil, será de
- (A) 1250000
 - (B) 125000
 - (C) 12500
 - (D) 1250
 - (E) 125

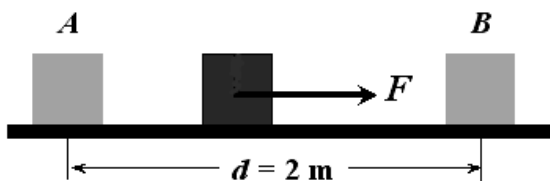
07) Considere as afirmativas abaixo.

- I. De acordo com a 1ª Lei de Newton, quanto maior a força que atua num corpo, maior será sua aceleração.
- II. De acordo com a 2ª Lei de Newton, a aceleração adquirida por um corpo é a razão entre a força resultante que age sobre o corpo e sua massa.
- III. Conforme a 3ª Lei de Newton, o par de força-ação e força-reação atua sempre em corpos diferentes.

Assinale a opção correta.

- (A) Apenas as afirmativas I e II são verdadeiras.
- (B) Apenas as afirmativas I e III são verdadeiras.
- (C) Apenas as afirmativas II e III são verdadeiras.
- (D) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
- (E) Apenas a afirmativa I é verdadeira.

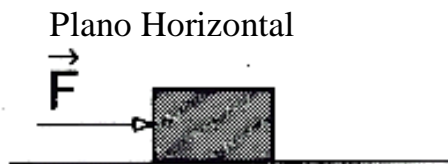
Figura referente à questão 8.



- 08) A figura acima ilustra um bloco que está, inicialmente, em repouso no ponto A de uma superfície horizontal, sem atrito. Sobre este bloco aplica-se uma força constante F , de intensidade igual a 15 N. O trabalho realizado por esta força, em Joules, quando o bloco se deslocar horizontalmente do ponto A para o ponto B, cuja distância entre eles valha $d = 2$ m, será de
- (A) 10
 - (B) 15
 - (C) 20
 - (D) 30
 - (E) 50
- 09) Suponha que um ciclista tenha partido do repouso num ponto de uma pista reta. No instante em que completou 2,5 m, praticamente com aceleração constante, sua velocidade escalar foi de 5 m/s. A aceleração escalar do ciclista, nesse trecho de pista, em m/s^2 , foi de
- (A) 12
 - (B) 10
 - (C) 9
 - (D) 8
 - (E) 5

- 10) Suponha que dois estudantes estejam sentados, de frente um para o outro, em cadeiras de escritório com rodinhas idênticas. O estudante A, de massa igual a 80 kg, empurra o estudante B, de massa 60 kg. Assinale a opção correta.
- (A) A exerce força sobre B, mas B não exerce força sobre A.
 - (B) Cada estudante exerce força sobre o outro, mas B exerce força maior sobre A.
 - (C) Cada estudante exerce força sobre o outro, mas A exerce força maior sobre B.
 - (D) Cada estudante exerce sobre o outro a mesma força.
 - (E) A força total exercida sobre cada um dos estudantes é nula.

Figura referente à questão 11.



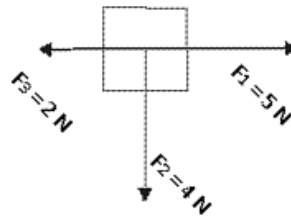
- 11) A figura acima representa um corpo sendo empurrado sobre um plano horizontal, com atrito desprezível e sob a ação de uma força $F = 10 \text{ N}$, paralela ao plano de apoio. Sabendo-se que esse corpo é deslocado horizontalmente por uma distância $d = 5 \text{ m}$, a potência desenvolvida pela força, durante o intervalo de tempo de 5s, será de
- (A) 5 W
 - (B) 10 W
 - (C) 15 W
 - (D) 20 W
 - (E) 25 W
- 12) Qual o valor da energia potencial gravitacional armazenada em um coco, de massa igual a 0,2 kg, localizado a uma altura de 5 m em relação ao chão. Sabendo que $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- (A) 0,1 J
- (B) 1 J
- (C) 10 J
- (D) 100 J
- (E) 1000 J



II – DISCURSIVAS (valor: 4,0 pontos – 0,5 cada)

Figura referente à questão 13.



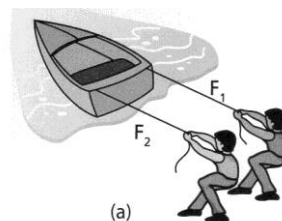
- 13) A figura acima representa um bloco de massa $m = 10 \text{ kg}$, sob a ação das forças F_1 , F_2 e F_3 . Com base nesses dados, determine o valor do módulo da força resultante, medida em Newtons, que atua nesse bloco.

Figura referente à questão 14.

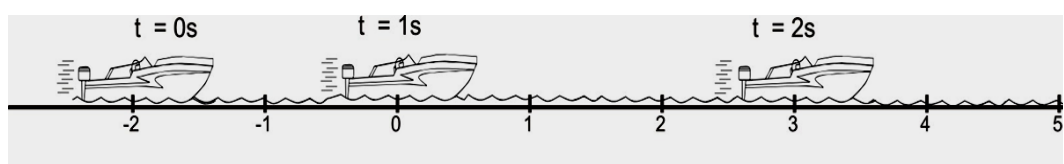


- 14) O bloco acima possui massa $M = 10 \text{ kg}$ e repousa sobre uma superfície horizontal. O coeficiente de atrito estático, entre o bloco e a superfície, é de $\mu_E = 0,40$. Aplicando-se ao bloco uma força horizontal de intensidade $F = 20 \text{ N}$, e, considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual o valor da força de atrito que atua no bloco?

Figura referente à questão 15.



- 15) O esquema mostra um barco de massa 700 kg sendo retirado do mar por dois marinheiros. Para essa tarefa eles utilizam cabos, que transmitem ao barco forças paralelas de intensidades F_1 e F_2 . Sabe-se que F_1 e F_2 têm intensidades iguais, respectivamente, a 300 N e 400 N . Determine a aceleração que o barco está submetido.
- 16) Na figura abaixo estão representadas as posições de uma lancha em diversos instantes, ao longo de uma trajetória retilínea.

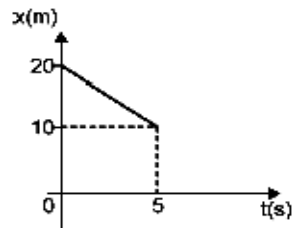


Determine:

a) a posição da lancha no instante $t = 1$ s.

b) a distância percorrida entre os instantes $t_1 = 0$ s e $t_2 = 6$ s.

Gráfico referente à questão 17.



- 17) O gráfico acima representa o deslocamento de um móvel em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), onde a posição x , em função do tempo t , para o intervalo de $t_0 = 0$ s a $t = 5,0$ s. Determine, para esse móvel,
- a posição inicial.
 - o tipo de movimento (Progressivo ou Retrógrado).
 - o módulo da velocidade.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO APLICADO AOS ALUNOS APÓS AINTERVENÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Prezado Aluno-Grumete,

Solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário. Ele tem o objetivo de investigar como você se sentiu motivado ao estudar conceitos físicos relacionados ao Movimento dos corpos quando da utilização dos seguintes **Recursos Instrucionais: Textos apresentados, Experimentos Demonstrativos, Vídeos/Filmes e Simulações**, apresentados na Unidade de Ensino.

NÃO se preocupe, pois não há respostas corretas. O importante é que a resposta reflita **sua** franca opinião em cada item.

O resultado desta avaliação NÃO entrará no cômputo de sua média final.

Nome de Guerra:

Turma:

Dê sua nota, marcando um **X** para cada item de acordo com a seguinte gradação:

1	2	3	4	5
Ruim.				Ótimo

		Ruim Ótimo				
		1	2	3	4	5
1	Seu nível de entendimento quando do assunto Movimento foi abordado em aula era					
2	Os Recursos Instrucionais utilizados despertaram seu interesse para o assunto?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
3	Os Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino contribuíram para despertar o seu interesse no estudo dos Movimentos dos corpos?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
4	Os Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino contribuíram para sua compreensão dos conceitos físicos presentes no estudo dos Movimentos dos corpos?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
	<i>Simulações</i>					

		Ruim Ótimo				
		1	2	3	4	5
5	Os Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino o estimularam a participar da aula respondendo às perguntas que o professor fez sobre o estudo dos Movimentos dos corpos?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
	<i>Simulações</i>					
6	Os Recursos Instrucionais o estimularam a participar da aula o levando a fazer, espontaneamente, perguntas ou comentários sobre Movimento dos corpos?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
	<i>Simulações</i>					
7	Os Recursos Instrucionais o estimularam a fazer os exercícios propostos na Unidade de Ensino?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
	<i>Simulações</i>					
8	Os Recursos Instrucionais utilizados contribuíram para prender sua atenção às explicações e às discussões sobre Movimento dos corpos?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
	<i>Simulações</i>					
9	Os Recursos Instrucionais utilizados contribuíram para que você pensasse, durante a aula, em algumas situações do cotidiano relacionadas ao Movimento dos corpos?					
	<i>Textos apresentados ao longo da Unidade de Ensino</i>					
	<i>Experimentos Demonstrativos</i>					
	<i>Vídeos e Filmes</i>					
	<i>Simulações</i>					
<i>Em caso afirmativo</i> , em quais situações cotidianas, relacionadas ao Movimento dos corpos, você pensou?						
	Comente e/ou avalie outro aspecto que considere importante em relação ao uso dos Recursos Instrucionais na aula sobre Movimento dos corpos.					

Gostaria de agradecer sua participação e colaboração

Prof. Rogério Oliveira Silva

APÊNDICE D – ROTEIRO DE PERGUNTAS ELABORADO PARA A ENTREVISTA

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA A ENTREVISTA

Objetivo: Investigar se a aplicação da Unidade de Ensino contribuiu para a melhoria do aprendizado dos conceitos de movimento apresentados pelos alunos.

1- Em sua opinião, como a utilização da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o estudo do movimento, nas aulas de apoio, contribuiu para o seu aprendizado dos conceitos de movimento?

Objetivo: Verificar quais foram as principais dificuldades encontradas, pelos alunos, ao longo da utilização da Unidade de Ensino.

2- Que tipos de dificuldades você encontrou ao longo da utilização da Unidade de Ensino?

Objetivo: Comparar, na opinião dos alunos, os diversos Recursos Instrucionais utilizados na Unidade de Ensino.

3- A Unidade de Ensino apresentou os seguintes Recursos Instrucionais: Vídeos, Experimentos e Simulações. Em sua opinião, qual você mais gostou? Qual você gostou menos? Por quê?

Objetivo: Investigar quais são os pontos negativos e positivos da Unidade de Ensino.

4- Que pontos, na Unidade de Ensino, você destacaria como positivos? E como negativos?

Objetivo: Investigar se o resultado do Estado dos alunos apresentados ao longo da Unidade de Ensino coincide com da entrevista.

5- Pensando nas carinhas da Unidade de Ensino (mostrar para eles em um papel), como você se sentiu na maior parte do tempo das aulas? Por quê? (têm a ver com a matéria, com o professor, com a rotina, outros...).

Como você está se sentindo hoje?



APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa:

“Introdução ao Estudo do Movimento”

Prezado Senhor:

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa: Introdução ao Estudo do Movimento, como parte das atividades relacionadas ao trabalho de Mestrado Profissional do autor que será realizada na Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES). O objetivo da pesquisa é de introduzir os conceitos relacionados ao Movimento dos Corpos, para os alunos do Curso de Formação de Marinheiros (C-FMN) da Marinha do Brasil. A sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: realização dos experimentos, análise das simulações, nas respostas dadas às perguntas propostas ao longo da Unidade de Ensino, na resolução de exercícios e no preenchimento de questionários. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Os benefícios esperados são de contribuir para a pesquisa aplicada em Ensino de Física voltada, diretamente, para a sala de aula.

Informamos que o senhor não pagará nem será remunerado por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação na pesquisa.

Caso o senhor tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contatar: Rogério Oliveira Silva, Rua José Luiz Gabeira, Nº 150, AP 920, Barro Vermelho, Vitória, ES, ou procurar o no Polo do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física – Polo 12 – UFES.

Vila-Velha, ___ de abril de 2014.

Pesquisador Responsável

RG: 656572-7 SIM-RJ

_____, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura: _____

Data: _____

*Termo de Consentimento Livre Esclarecido apresentado, atendendo, conforme normas da Resolução 466/2012 de 12 de dezembro de 2012.

APÊNDICE F – MATERIAL INSTRUCIONAL ELABORADO PARA INTRODUIZIR OS
CONCEITOS REALCIONADOS AO MOVIMENTO DOS CORPOS

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - PPGEnFis



Introdução ao Estudo do Movimento

Autores
Rogério Oliveira Silva
Giuseppi Camiletti

Nome: _____

Nº: _____ Pelotão: _____

2014

Material do aluno

Apresentação

Este material foi preparado com o objetivo de introduzir os conceitos relacionados ao movimento dos corpos, para os alunos do Curso de Formação de Marinheiros (C-FMN) da Marinha do Brasil. O conteúdo compreende as subunidades de 1.1 até 1.10 do atual currículo da disciplina Física, no C-FMN, com os assuntos que são avaliados na 1ª Prova do referido Curso. Para isso, propõe-se uma abordagem que utiliza elementos e situações do dia a dia dos marinheiros, de forma a aproximar os conceitos a serem estudados com situações contextualizadas. As situações-problemas são apresentadas e discutidas com auxílio de vídeos, experimentos, simulações, entre outros recursos didáticos. O texto dialoga com o aprendiz e lhe permite expressar seu entendimento sobre o conteúdo abordado, constituindo-se de uma oportunidade para discussão e entendimento das concepções espontâneas sobre os conceitos envolvidos.

Este módulo foi elaborado como parte das atividades relacionadas ao trabalho de Mestrado Profissional do primeiro autor, que está sendo desenvolvido no polo do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física – Polo 12 - UFES. Está estruturado em uma sequência didática, com base nas etapas de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira (2011), cujo objetivo principal, através da adoção de tópicos específicos de aquisição do conhecimento, é orientar o desenvolvimento de unidades de ensino que sejam efetivamente facilitadoras da aprendizagem, baseada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1968, 2000).

Com o objetivo de promover a participação dos alunos nas atividades propostas, a Unidade é dividida em várias seções. Na seção intitulada “**Faxinando a Física**”, são apresentados vários exercícios envolvendo o conteúdo abordado, tendo sido adaptados para essa proposta metodológica de ensino, visando expandir a aplicação da teoria apresentada. Já na seção “**Usando a tecnologia com o Professor...**”, são disponibilizados alguns vídeos, que retratam situações do cotidiano naval. Nessa mesma seção, para uma melhor visualização dos fenômenos físicos abordados, propõe-se a utilização de Simulações Computacionais, com o auxílio do aplicativo *Applets*. Na seção “**A Física no horário de Recreação**”, são propostas exibição de filmes, leitura de textos e atividades extraclasse. Na seção “**Usando o Experimento com o Professor...**”, é proposta a realização de experimentos demonstrativos com procedimentos simples a serem realizados no ambiente de sala de aula. Além de permitirem a visualização de fenômenos físicos, os experimentos são avaliados por meio de questionamentos e discussões sobre as situações apresentadas.

O material elaborado é fruto de muita dedicação e trabalho, por parte de ambos os elaboradores. Mas, o resultado esperado não depende apenas desse esforço, pois o principal colaborador nesta proposta educacional serão vocês, alunos da EAMES (Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo). O objetivo aqui proposto somente será alcançado através do empenho e da seriedade na realização dos experimentos, na análise das simulações, nas respostas dadas às perguntas propostas, na resolução de exercícios, e, principalmente, com o comprometimento da presença em todas as aulas. Por tudo isso, conto com a colaboração de todos!

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

David P. Ausubel

Rogério Oliveira Silva

SUMÁRIO

Apresentação.....	01
Sumário.....	02
1. Grandezas Físicas, Sistema Internacional de Unidades e Notação Científica.....	03
1.1 – Objetivos desta Seção.....	03
1.2 – Medir.....	03
1.3 – Grandeza Física.....	03
1.4 – Sistema Internacional de Unidades.....	04
1.4 – Notação Científica.....	06
2. Introdução.....	09
2.1 – Objetivos desta Seção.....	09
3. Introdução ao Estudo da Mecânica.....	17
3.1 – Objetivos desta Seção.....	17
3.2 – Por que precisamos estudar a Mecânica?.....	17
3.3 – Conceito de partícula ou Ponto Material.....	18
3.4 – Conceitos de Movimento, Trajetória e Referencial.....	19
3.5 – Conceitos de Posição.....	20
3.6 – Conceitos de Velocidade.....	23
3.7 – Conceitos de Velocidade Média.....	25
3.8 – Conceito de Aceleração.....	30
4 – Introdução ao Conceito de Força.....	39
4.1 – Objetivos desta Seção.....	39
4.2 – Conceito de Força.....	39
4.3 – Unidades de Força.....	40
4.4 – Tipos de Força.....	40
4.5 – Caráter Vetorial da Força.....	42
4.6 – Caráter Vetorial da Posição, Velocidade e Aceleração.....	44
4.7 – Operações com Grandezas Vetoriais.....	45
4.8 – Relação entre Força e Movimento.....	49
4.9 – Segunda Lei de Newton.....	65

4.10 – Primeira Lei de Newton.....	71
4.11 – Terceira Lei de Newton.....	76
4.12 – Um Pouco da História do estudo dos movimentos dos corpos.....	78
4.13 – A Importância das Leis de Newton.....	82
5 – As Equações do Movimento.....	82
5.1 – Movimento Retilíneo Uniforme.....	83
5.2 – Representação Gráfica da Posição e Velocidade em Função do Tempo.....	86
5.3 – Interpretando a Inclinação da Reta do Gráfico da Posição em função do Tempo.....	86
5.4 – Relação entre a Velocidade e o Tempo.....	88
5.5 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.....	91
5.6 – Representação Gráfica da Posição e Velocidade em Função do Tempo.....	93
5.7 – Interpretando a Inclinação da Reta do Gráfico da Velocidade em função do Tempo....	94
5.8 – Relação entre a Aceleração e o Tempo.....	95
5.9 – Relação entre a Posição e o Tempo.....	97
5.10 – Equação de Torricelli.....	103
6 – Construção do Segundo Mapa Conceitual.....	105
Gabarito.....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

1 - Grandezas Físicas, Sistema Internacional de Unidades e Notação Científica

1.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar medida e Grandeza Física;
- ✓ Perceber a importância das medidas e de suas respectivas unidades;
- ✓ Conhecer algumas Grandezas Físicas presentes Sistema Internacional de Unidades;
- ✓ Definir Notação Científica demonstrando a sua utilidade na Física.

1.2 – Medir

Antes de iniciarmos o nosso estudo em Física, é importante entendermos alguns conceitos básicos. Em nosso cotidiano, estamos a todo o momento realizando medidas. Por exemplo, avaliando o tempo que levamos no deslocamento de nossa casa ao trabalho, qual o valor da velocidade que o carro deve ter para não ser multado ao passar por um radar, se um armário que desejamos comprar cabe na sala, se o salário vai durar até o final do mês.

Para a navegação também precisamos realizar medidas. Elas são feitas através de instrumentos precisos a sua interpretação, pelos operadores, permite determinar por exemplo a posição da embarcação em determinado instante. E, com o auxílio de uma Carta Náutica, utilizando-se técnicas de navegação, é possível projetar a posição em que essa embarcação estará no futuro. Mas, o que significa medir?

MEDIR

Medir significa comparar, ou seja, é encontrar um número que indique quantas vezes ele contém uma unidade de medida padrão.

Para termos uma noção da importância do valor de uma medida e de sua unidade, podem ser mencionadas duas situações reais.

- i. No Canadá, um avião ficou sem combustível porque o piloto confundiu litros com galões. Nessa história, os passageiros até tiveram sorte, pois o comandante era muito melhor como piloto de planador do que trabalhando com unidades de medida. Ele pousou o avião com segurança em uma pista de emergência, com os motores parados. O galão imperial ou galão inglês corresponde a 4,55 litros, enquanto o galão americano corresponde a 3,78 litros.
- ii. Mais recentemente, o *Mars Climate Orbiter*, uma sonda da NASA, entrou com uma inclinação muito baixa em sua órbita para Marte, mergulhando muito profundamente na atmosfera e, conseqüentemente, acabou desaparecendo. Isso aconteceu porque, quando o empreiteiro da NASA informou aos navegadores a força que os propulsores aplicariam à espaçonave, ele utilizou unidades em libras, ao passo que a NASA entendeu que os dados estavam em Newtons.

1.3 – Grandeza Física

Observamos que as situações acima poderiam ter sido evitadas, tendo ocorrido devido à troca das unidades de medidas. Na realidade, quando realizamos uma medição, estamos obtendo o valor de uma grandeza, através da comparação com outra grandeza de mesma espécie, adotada como referência. Este valor recebe o nome de *medida*, que vem sempre acompanhado por uma *unidade de medida*, relacionando-a à grandeza mensurada. Mas afinal, o que é uma Grandeza?

GRANDEZA FÍSICA

Tudo aquilo que pode ser medido, utilizando-se um instrumento adequado.

No contexto da navegação marítima, para determinar a localização de uma embarcação num determinado instante, precisamos realizar uma medida da distância que ele se encontra em relação a

algum ponto. Assim, a grandeza física utilizada para determinar a localização de um corpo será definida como sendo a posição. A unidade de comprimento utilizada neste caso é a milha náutica, que é uma definição adotada em 1929 na I Conferência Hidrográfica Internacional Extraordinária realizada em Mônaco. A milha náutica foi historicamente convencionada como sendo o valor médio do comprimento de um arco do meridiano terrestre durante um minuto que equivale a 1.852 metros. Mas, ela não é a única unidade de medida de comprimento.

No passado, cada país definia suas próprias unidades de medida, o que trazia dificuldades, pois as unidades eram definidas quase sempre com falta de rigor. Imagine o problema que teríamos hoje, já que constantemente os países necessitam trocar informações científicas e comerciais? Nesse intercâmbio, a confusão seria ainda maior, caso cada país continuasse a instituir novas unidades de medida.

Por exemplo, no século 18, a Inglaterra padronizou o valor das unidades. O sistema inglês de medidas foi desenvolvido para facilitar o comércio, espalhando-se pelas colônias americanas, sendo o adotado até os dias de hoje. Ele utiliza as seguintes unidades de comprimento:

- **Jarda:** definida como a distância, com o braço esticado, entre o nariz do rei e a extremidade de seu polegar.
- **Pé:** correspondia ao comprimento do pé do rei.
- **Polegada:** equivalia ao comprimento do polegar do rei.

Vale ressaltar que, quando o rei era substituído, as unidades mudavam. Esse problema existia não só com as unidades de comprimento. Como vimos, antigamente, vários países adotavam unidades diferentes para uma determinada grandeza física. Logo, era preciso haver um acordo para resolver a questão, já que não se usava uma mesma linguagem.

1.4 – Sistema Internacional de Unidades (SI)

Foi quando a Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) criou o Sistema Internacional de Unidades (SI), que é um conjunto de definições ou, um sistema de unidades, que tem como objetivo uniformizar as medições. Na 14ª CGPM foi acordado que teríamos apenas uma unidade para cada grandeza básica. No Sistema Internacional de Unidades (SI) existem sete unidades básicas, que podem ser utilizadas para derivar todas as outras. São elas:

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundo	s
Intensidade corrente elétrica	Ampère	A
Quantidade de matéria	Mol	Mol
Intensidade luminosa	Candela	cd
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K

Tabela 1.1: Grandezas de Base e Unidades de Medida de Base do Sistema Internacional (SI).

Eis algumas das grandezas conhecidas como grandezas derivadas, medidas utilizando-se unidades de base.

Grandeza	Unidade	Símbolo
Superfície	Metro quadrado	m ²
Volume	Metro cúbico	m ³
Velocidade	Metro por segundo	m/s
Aceleração	Metro por segundo ao quadrado	m/s ²
Densidade	Quilograma por metro cúbico	kg/m ³
Força	Newton	N
Pressão	Pascal	Pa
Frequência	Hertz	Hz
Energia	Joule	J

Tabela 1.2: Grandezas Derivadas e Unidades de Medida Derivadas adotadas pelo Sistema Internacional (SI).

No SI, a unidade de comprimento é o metro (m), a unidade de massa é o quilograma (kg) e a unidade de tempo é o Segundo (s). No transcorrer deste módulo instrucional, você conhecerá outras unidades do SI para medir e/ou expressar as demais grandezas físicas tais como velocidade, força e energia. Apesar da instituição do SI, as "estranhas" unidades de medida inglesas, e mais algumas outras, ainda são usadas principalmente por países de língua inglesa tais como Estados Unidos, Canadá e Austrália. Mas, atualmente, elas têm uma relação bem definida com o sistema métrico do SI, mostradas abaixo:

- 1 polegada = 2,54 cm
- 1 jarda = 91,44 cm
- 1 milha marítima = 1852 m
- 1 milha terrestre = 1609 m

No Brasil, essas unidades são muito utilizadas. Na navegação, por exemplo, as distâncias são medidas em Milhas. Na aviação, as altitudes são medidas em pés. Já os diâmetros dos canos das redes hidráulicas são muitas vezes expressos em polegadas, o mesmo ocorrendo com os diâmetros das barras de ferro usadas na construção civil. As telas dos televisores também têm suas dimensões estabelecidas em Polegadas.

A utilização das unidades de medida transcendem os assuntos relacionados à Física e a Engenharia de modo geral. Pensando no corpo humano, por exemplo, você sabe qual é a área da sua pele? Ou quantos litros de sangue seu coração bombeia por hora? Contabilizar as partes e as funções do organismo humano não é uma atividade simples. Veja a seguir alguns resultados de medidas presentes em um corpo humano. São valores médios, podendo variar de indivíduo para indivíduo. Afinal, não existem duas pessoas totalmente iguais.

i. Cérebro e Neurônios

O cérebro do homem tem massa, aproximadamente, de 1,4 quilogramas e o da mulher 1,25 abrigoando 25 bilhões de neurônios cada um. Eles ficam fixos na camada superficial, chamada córtex, que tem de 1,3 a 1,4 milímetros de espessura. As suas "pernas" (axônios), que transmitem os sinais elétricos, podem ter até um metro de comprimento. A velocidade do impulso nervoso varia conforme a espessura das fibras nervosas e sua função: as sensações de pressão e tato passam por fibras de 8 micrômetros (um metro dividido por um milhão), a uma velocidade de 50 metros por segundo (180 km/h), enquanto que a dor e a temperatura viajam por fibras de apenas 3 micrômetros, a 15 metros por segundo (50 km/h).

ii. Células

São mais de 220 bilhões. Algumas vivem 1,5 dias apenas. Mas, no fígado, elas resistem até 5 meses. No sangue, os glóbulos brancos duram 15 dias e os vermelhos, 120. Os macrófagos – grandes células sanguíneas – digerem uma bactéria em apenas um centésimo de segundo.

iii. Veias e artérias

São 97.000 km de veias, artérias e vasos capilares. Se fossem alinhadas, elas dariam 2,5 voltas em torno da Terra. As artérias menores se contraem e relaxam num período entre 2 e 8 segundos. As plaquetas sanguíneas – moléculas responsáveis pela coagulação – vivem apenas 10 dias.

iv. Cabelos e pelos

O corpo humano possui cerca de 5 milhões de pelos, 150.000 deles na forma de cabelos. Eles são renovados a cada 4 anos, em média. Os cabelos de fios finos crescem cerca de 2,5 cm a cada dois ou três meses. Os grossos podem levar o dobro de tempo. Cada olho possui mais de 200 cílios, que duram de três a cinco meses. Depois disso, caem.

Vamos voltar agora para as unidades utilizadas para as Grandezas Físicas. Pensando em fenômenos elétricos, temos:

- v. A unidade de carga elétrica é o coulomb (C) que é uma carga enorme, por isso são utilizados os submúltiplos do coulomb:

$$1 \text{ milicoulomb} = 1 \text{ mC} = 0,001\text{C}$$

$$1 \text{ microcoulomb} = 1 \mu\text{C} = 0,000001\text{C}$$

$$1 \text{ nanocoulomb} = 1 \text{ nC} = 0,000000001\text{C}$$

$$1 \text{ picocoulomb} = 1 \text{ pC} = 0,000000000001\text{C}$$

- vi. A menor carga elétrica livre encontrada na natureza é a carga de um elétron ou de um próton. Estas cargas são iguais em valor absoluto, constituindo a chamada carga elementar (e):

$$e = 0,000000000000000016\text{C}$$

$$\text{A massa de um próton é } 0,00000000000000000000000000000017 \text{ kg}$$

$$\text{A massa de um elétron é } 0,00000000000000000000000000000000000091 \text{ kg}$$

$$\text{A constante de gravitação universal é } 0,0000000000667 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

1.5 – Notação Científica

A partir dos exemplos acima, relacionados tanto à Biologia quanto à Física, podemos verificar a existência de várias grandezas que são expressas por números muito grandes ou, muito pequenos. Assim, a apresentação oral, a escrita e as operações matemáticas com esses números podem ser bastante trabalhosas. Uma forma de trabalhar numericamente com estas grandezas é escrevendo-as em potências de 10, conhecida como Notação Científica. O que vem a ser essa tal Notação Científica?

NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Um número qualquer sempre pode ser o produto de um número, compreendido entre 1 e 10, multiplicado por outro expresso por uma potência de 10 adequada.

A forma correta de escrever um número em Notação Científica é $\mathbf{N} \cdot 10^e$, em que \mathbf{N} é necessariamente um valor entre 1 e 10 ($1 \leq \mathbf{N} < 10$). Já e será um expoente positivo para números maiores que zero, e, um expoente negativo para números menores que zero. Vamos ver como transformar um determinado número em Notação Científica.

✓ Números muito grandes

Devemos deslocar a vírgula para a esquerda até o primeiro algarismo e, em seguida, contar o número de casas que a vírgula avançou. O resultado corresponde ao valor do expoente positivo, de base 10.

$$40.000.000.000.000 \text{ km} \rightarrow 4,0000000000000 \times 10^{13} \text{ km}$$

✓ Números muito pequenos

Devemos deslocar a vírgula para a direita, depois do primeiro algarismo diferente de zero e, em seguida, contar o número de casas que a vírgula recuou. O resultado corresponde ao valor do expoente negativo, de base 10.

$$0,000055 \text{ m} \rightarrow 000005,5 \times 10^{-5} \text{ m} \text{ ou simplesmente } 5,5 \times 10^{-5} \text{ m.}$$



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 1.1 O mar brasileiro, com 8,5 mil quilômetros de costa e 4,5 milhões de quilômetros quadrados de Zona Econômica Exclusiva (ZEE), representa quase a metade de todo nosso território terrestre. Juntamente com a Amazônia "Verde", essa verdadeira "Amazônia Azul" constitui, certamente, uma das últimas e mais importantes fronteiras científicas por desbravar no país, além de representar um patrimônio de valor inestimável para a herança do Brasil. Determine, em forma de notação científica, e, em unidades do SI, o comprimento e a área da "Amazônia Azul" brasileira.

Dados:

Comprimento: 8,5 mil quilômetros = 8 500 km

Área: 4,5 milhões de quilômetros quadrados =
4 500 000 km²

Resolução:

Como 1 km corresponde a 1 000 m temos que:

$$8 500 \text{ km} = 8 500 000 \text{ m}$$

Em Notação Científica temos:

$$8 500 000 \text{ m} = \mathbf{8,5 \cdot 10^6 \text{ m}}$$

Como 1 km² corresponde a (1000) x (1000) = 1 000 000 m² temos que:

$$4 500 000 \text{ km}^2 = 4 500 000 000 000 \text{ m}^2$$

Em Notação Científica temos:

$$4 500 000 000 000 \text{ m}^2 = \mathbf{4,5 \cdot 10^{12} \text{ m}^2}$$



"FAXINANDO" A FÍSICA

- 1- (Alvarenga 2000) Explique como os números muito grandes ou muito pequenos podem ser escritos de maneira compacta. Dê exemplos.
- 2- (Alvarenga 2000 - Adaptada) Usando a regra prática sobre Notação Científica sugerida no texto, escreva os números a seguir em potências de 10.
 - a) 842 =
 - b) 0,0037 =
 - c) 62300 =
 - d) 0,00002 =

- 3- (Alvarenga 2000) Lembrando-se de seus conhecimentos de Matemática, responda como devemos proceder para:
- multiplicar potências de mesma base.
 - dividir potências de mesma base.
 - eleva uma potência à outra.
 - extrair a raiz quadrada de uma potência.
 - somar ou subtrair potências.
- 4- (Alvarenga 2000) Efetue as operações indicadas.
- | | |
|---|---|
| a) $0,0021 \times 30.000.000 =$ | d) $\sqrt{2,5 \cdot 10^5} =$ |
| b) $\frac{7,28 \cdot 10^5}{4 \cdot 10^8} =$ | e) $6,5 \cdot 10^{-3} - 3,2 \cdot 10^3 =$ |
| c) $(5 \cdot 10^{-3})^3 =$ | f) $4,23 \cdot 10^7 + 1,3 \cdot 10^6 =$ |
- 5- (Alvarenga 2000) Usando a notação de potências de 10, expresse:
- uma área de 2 km^2 em cm^2 .
 - um volume de 5 cm^3 em m^3 .
 - uma massa de 8 g em kg .
- 6- “A Bacia Amazônica é a de maior superfície de água do mundo ($3.889.489,6 \text{ km}^2$). O rio Amazonas, com 6.515 km de extensão, tem mais de sete mil afluentes...”. Determine, em forma de Notação Científica, e, em m^2 , a superfície aquática da Bacia Amazônica.
- 7- Após a leitura do trecho do texto que trata sobre o corpo humano (Páginas 7 e 8), transcreva os números a seguir em Notação Científica, usando as unidades de medidas do SI.
- $1,4 \text{ mm}$ de espessura =
 - 15 dias =
 - 97000 km =
 - $2,5 \text{ cm}$ =
- 8- Após a leitura do trecho do texto que fala sobre algumas Grandezas Físicas presentes na Física (Página 7), transcreva os valores abaixo para a Notação Científica.
- Carga do elétron =
 - Massa de um próton =
 - Massa de um elétron =
 - Constante de gravitação universal =



A FÍSICA NO HORÁRIO DE RECREAÇÃO

Sugerimos a leitura individual do texto “SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)”, apresentado abaixo.

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

As informações aqui apresentadas irão ajudar você a compreender melhor o SI e a escrever corretamente as unidades de medida adotadas no Brasil. A necessidade de medir é muito antiga. Remonta à origem das civilizações. Por longo tempo, cada país e região teve o seu próprio sistema de medidas, baseado em unidades arbitrárias e imprecisas. Por exemplo, as baseadas no corpo humano: palmo, pé, polegada, braça, côvado.

Isso criava muitos problemas para o comércio, porque as pessoas de uma região não estavam familiarizadas com o sistema de medida das outras. Imagine a dificuldade para se comprar ou vender produtos cujas quantidades eram expressas em unidades de medida diferentes das que eram conhecidas e que não possuíam correspondência entre si.

Em 1789, numa tentativa de resolver o problema, o Governo Republicano Francês pediu à Academia de Ciências da França que criasse um sistema de medidas baseado numa "constante natural". Assim foi criado o Sistema Métrico Decimal. Posteriormente, muitos outros países adotaram o referido sistema, inclusive o Brasil, aderindo à "Convenção do Metro". O Sistema Métrico Decimal adotou, inicialmente, três unidades básicas de medida: o metro, o litro e o quilograma.

Entretanto, o desenvolvimento científico e tecnológico passou a exigir medições cada vez mais precisas e diversificadas. Por isso, em 1960, o sistema métrico decimal foi substituído pelo Sistema Internacional de Unidades - SI, mais complexo e sofisticado, adotado também pelo Brasil em 1962 e ratificado pela Resolução nº 12 de 1988 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, tornando-se de uso obrigatório em todo o Território Nacional.

Nome e Símbolo (como escrever as unidades no SI)

As unidades SI podem ser escritas por seus nomes ou, representadas por meio de símbolos.

Exemplos:

- Unidade de comprimento
nome: metro
símbolo: m
- Unidade de tempo
nome: segundo
símbolo: s

Obs.:

1. Grafia em letra minúscula

Os nomes das unidades SI são escritos sempre em letra minúscula.

Exemplos:

- quilograma – newton – metro cúbico
- Exceção: no início de frase e na indicação do "grau Celsius".

2. Pronúncia correta

O acento tônico recai sobre a unidade, e não, sobre o prefixo.

Exemplos:

- micrometro – hectolitro – milissegundo – centígrama
- Exceções: quilômetro, hectômetro, decâmetro, decímetro, centímetro e milímetro.

3. Símbolo ≠ Abreviatura

O símbolo é um sinal convencional e invariável, utilizado para facilitar e universalizar a escrita e a leitura das unidades SI. Por isso mesmo não é seguido de ponto.

Grandeza	Certo	Errado
segundo	s	s. ; seg.
metro	m	m. ; mtr.
quilograma	kg	kg. ; kgr.
hora	h	h. ; hr.

4. Símbolo ≠ Expoente

O símbolo não é escrito na forma de expoente.

Certo	Errado
250 m	250 ^m
10 g	10 ^g
2 mg	2 ^{mg}

5. Símbolo não tem plural

O símbolo é invariável; não é seguido de "s".

	Certo	Errado
cinco metros	5m	5ms
dois quilogramas	2kg	2kgs
oito horas	8h	8hs

Toda vez que você se refere a um valor ligado a uma unidade de medir, significa que, de algum modo, realizou uma medição. O que se expressa é, portanto, o resultado da medição, que apresenta as seguintes características básicas:

valor numérico prefixo da unidade
250,8 cm
 espaço de até um caractere unidade (comprimento)

6. Como representar na escrita uma unidade composta

Ao escrever uma unidade composta, não se deve misturar nome com símbolo.

Certo	Errado
quilômetro por hora = km/h	quilômetro/h
metro por segundo = m/s	metro/s

7. A unidade o grama

Grama pertence ao gênero masculino. Por isso, ao se escrever e pronunciar essa unidade, seus múltiplos e submúltiplos, a concordância deve ser feita corretamente, de acordo com a norma gramatical.

Exemplos:

Certo	Errado
dois quilogramas	duas quilogramas
quinhentos miligramas	quinhentas miligramas
duzentos e dez gramas	duzentas e dez gramas
oitocentos e um gramas	oitocentas e um gramas

8. O prefixo quilo

O prefixo quilo (símbolo k) indica que a unidade está multiplicada por mil. Portanto, não pode ser usado sozinho.

Certo	Errado
quilograma; kg	quilo; k

Obs.: Escreva corretamente o prefixo Quilo.

Certo	Errado
quilômetro	kilômetro
quilograma	kilograma
quilolitro	kilolitro

9. Medidas de tempo

Ao escrever as medidas de tempo, observe o uso correto dos símbolos para indicar hora, minuto e segundo.

Certo	Errado
9h25min6s	9:25h 9h 25' 6''

Obs.: Os símbolos ' e '' representam, respectivamente, minuto e segundo em unidades de ângulo plano, e não, na indicação de tempo.

I – Tabela com algumas unidades em uso, de acordo com o SI, sem restrição de prazo.

Grandeza	Nome	Plural	Símbolo	Equivalência
volume	litro	litros	l ou L	0,001 m ³
ângulo plano	grau	graus	°	p/180 rad
ângulo plano	minuto	minutos	'	p/10 800 rad
ângulo plano	segundo	segundos	''	p/648 000 rad
massa	tonelada	toneladas	t	1 000 kg
tempo	minuto	minutos	min	60 s
tempo	hora	horas	h	3 600 s
velocidade	rotação	rotações	rpm	p/30 rad/s

II – Tabela com algumas Unidades que foram admitidas temporariamente pelo SI.

Grandeza	Nome	Plural	Símbolo	Equivalência
pressão	atmosfera	atmosferas	atm	101 325 Pa
pressão	bar	bars	bar	10 ⁵ Pa
pressão	milímetro de mercúrio	milímetros de mercúrio	mmHg	133,322 Pa (aprox.)
quantidade de calor	caloria	calorias	cal	4,1868 J
área	hectare	hectares	ha	10 ⁴ m ²
força	quilograma-força	quilogramas-força	kgf	9,806 65 N
comprimento	milha marítima	milhas marítimas		1 852 m
velocidade	nó	nós		(1852/3600)m/s

III – Tabela com prefixos das Unidades SI

Nome	Símbolo	Fator de multiplicação da unidade
yotta	Y	$10^{24} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
zetta	Z	$10^{21} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
exa	E	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
peta	P	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
tera	T	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
giga	G	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$
mega	M	$10^6 = 1\ 000\ 000$
quilo	k	$10^3 = 1\ 000$
hecto	h	$10^2 = 100$
deca	da	10
deci	d	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
pico	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$
femto	f	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$
atto	a	$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$
zepto	z	$10^{-21} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$
yocto	y	$10^{-24} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$

Obs.:

1. Para formar o múltiplo ou submúltiplo de uma unidade, basta colocar o nome do prefixo desejado na frente do nome desta unidade. O mesmo ocorre com o símbolo. Ex.: Para multiplicar e dividir a unidade volt por mil, tem-se:

$$\text{quilo} + \text{volt} = \text{quilovolt} ; k + V = kV$$

$$\text{mili} + \text{volt} = \text{milivolt} ; m + V = mV$$

2. Os prefixos adotados pelo SI também podem ser empregados com unidades fora do SI. Ex.: milibar; quilocaloria; megatonelada; hectolitro.

3. Por motivos históricos, o nome da unidade do SI para indicar a massa contém um prefixo: quilograma. Por isso, os múltiplos e submúltiplos dessa unidade são formados a partir da unidade Grama.

Texto adaptado

Fonte: www.feb.unesp.br/.../textos/Unidades%20Legais%20de%20Medida.doc.

Sugerimos a leitura individual dos textos “SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)” e “NOTAÇÃO CIENTÍFICA”, retirados do livro **Física em Contextos: pessoal, social e histórico – Movimento, força, astronomia**, Volume 1, de Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, 1ª ed, São Paulo, FTD, 2011, p.50 a 54.

2.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Perceber a presença dos conceitos da Física no contexto naval;
- ✓ Reconhecer a importância do conhecimento científico para promover a evolução tecnológica de construção, operação e manutenção de submarinos.

Vamos então iniciar nossa discussão a partir de um vídeo sobre submarinos, com o objetivo de observar como o conhecimento da Física está presente no cotidiano marinho.



USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR...

O vídeo a seguir mostra os dez melhores submarinos do mundo, evidenciando a evolução dessa máquina de guerra e a tecnologia empregada em cada um deles. Ele pode ser assistido diretamente do *site youtube*.

- ✓ Para assistir ao vídeo diretamente da internet, acesse o endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=x2GsUXa4fcA>. A duração é de 45 minutos.
- ✓ Agora, vamos assistir ao vídeo.



P1: Após assistir ao vídeo, você seria capaz de identificar algum conceito de Física, relacionado à construção e ao funcionamento dos submarinos? Caso responda que sim, escreva o nome desses conceitos no espaço abaixo.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Velocidade, Massa, Deslocamento, Potência, Comprimento, Volume, Trajetória.</p>
--	---

Continuando, vamos fazer a leitura de um texto que descreve a história dos submarinos brasileiros, com o objetivo de entender sua evolução histórica e a importância do conhecimento científico para promovê-la. Através desta leitura, vamos conhecer um pouco mais dos submarinos antigos e dos atuais utilizados pela Marinha do Brasil.

- ✓ O texto intitulado “**OS SUBMARINOS BRASILEIROS, DE 1914 ATÉ OS DIAS DE HOJE**” foi adaptado, tendo sido retirado do site <http://www.naval.com.br/blog/destaque/submarinos/11-os-submarinos-brasileiros-de-1914-ate-hoje/#axzz2bYleQhvl>.
- ✓ Faça a leitura do mesmo, que está apresentado a seguir.

Os submarinos brasileiros, de 1914 até os dias de hoje.

A ideia de dotar a Armada Brasileira como uma nova arma para a Guerra Naval germinou com o desenvolvimento do submarino, ainda que embrionário, no final do século XIX e início do século XX. Eventos históricos, como as experiências com protótipos realizadas por Luiz Jacintho Gomes e Emílio Júlio Hess, foram alvos de reportagens sensacionais e de grande importância para a época, com repercussões no exterior.

Em 1891, o então Primeiro-Tenente Felinto Perry iniciava, com entusiasmo e competência, uma campanha para aquisição de submarinos para o Brasil. Já naquela época, o Tenente Perry destacava o

valor do submarino para a defesa da soberania do Estado. Em 1904, o Ministro dos Negócios da Marinha incluía três submersíveis no Programa de Construção Naval. O epílogo da campanha de aquisição de submersíveis para a Marinha do Brasil e o início de vida dessa nova categoria de navios na MB vieram a se concretizar em 1911, quando o Ministro da Marinha, Vice-Almirante Joaquim Marques Baptista de Leão, criou a Subcomissão Naval na Europa, em *La Spezia*, Itália, para fiscalizar a construção de três submersíveis encomendados ao Governo italiano. Foi nomeado para o cargo de Chefe dessa Subcomissão o Capitão de Corveta Felinto Perry.

A Flotilha de Submersíveis

Aos 17 de julho de 1914 foi criada a Flotilha de Submersíveis, administrativamente subordinada ao Comando da Defesa Móvel, com base na Ilha de Mocanguê Grande, na Baía de Guanabara – Rio de Janeiro. Operativamente, a Flotilha era subordinada ao Chefe do Estado-Maior da Armada. A Flotilha de Submersíveis teve como seu primeiro Comandante o Capitão de Fragata Felinto Perry, incorporando três submersíveis da Classe “F”. Em 1917, sob o comando do Capitão de Fragata Heráclito da Graça Aranha, foi incorporado à Flotilha o Tender “CEARÁ”, a fim de servir de base de apoio móvel para os submersíveis. Como sede foi criada a Escola de Submersíveis que, em 1915, formou, no Brasil, a primeira turma de Oficiais Submarinistas.

A Flotilha de Submarinos

Em 1928, a Flotilha de Submersíveis (Figura 2.1) e a Escola de Submersíveis tiveram suas denominações alteradas, por decreto, para Flotilha de Submarinos e Escola de Submarinos. Em 1929, mais uma unidade era incorporada à Flotilha de Submarinos – o Submarino de Esquadra “HUMAYTA”. Também construído na Itália, o “HUMAYTA”, sob o comando do Capitão de Corveta Alberto de Lemos Basto, cumpriu uma histórica travessia de 5.100 milhas marítimas, em 23 dias, de *La Spezia* ao Rio de Janeiro, sem escalas, feito inédito à época.



Fig 2.1: A Flotilha e a Força de Submarinos – da criação aos anos 60.

Em 1933, após a desativação dos submarinos Classe “F”, a Flotilha foi extinta, permanecendo em atividade o Tender “CEARÁ” e o Submarino de Esquadra “HUMAYTA”. Em 1937, com a incorporação dos submarinos da classe “T”, construídos em *La Spezia*, reativou-se no organograma da Marinha a Flotilha de Submarinos.

Durante a Segunda Guerra Mundial, a Flotilha de Submarinos, incorporada à Força Naval do Nordeste, com base estabelecida em Recife, participou ativamente do adestramento de escoltas a comboios, do adestramento de tática antissubmarino para unidades de superfície e aeronaves que, juntamente com a 4ª Esquadra Norte-Americana, operaram contra as forças do eixo. Entre 1955 e 1957, novas unidades foram incorporadas à Flotilha de Submarinos, respectivamente, a Corveta “IMPERIAL MARINHEIRO” (V15) e os Submarinos da Classe “Fleet-Type”: o “HUMAITÁ” (S14) e o “RIACHUELO” (S15). A corveta, de procedência holandesa, cujo primeiro Comandante foi o Capitão de Corveta Maurílio Augusto da Silva, serviu à Flotilha, até o ano de 1969, como navio de socorro e salvamento. Os submarinos, de origem americana e remanescentes da Segunda Guerra Mundial, eram navios de grande raio de ação e dotados de equipamentos e sistemas muito mais avançados do que aqueles até então conhecidos pelos nossos submarinistas.

Força de Submarinos

Em 1963, a Flotilha de Submarinos recebeu a atual denominação – Força de Submarinos. Aquele ano foi marcado por dois fatos significativos. Primeiramente a criação da Escola de Submarinos como Organização Militar autônoma dentro da estrutura orgânica do Ministério da Marinha, tendo como

primeiro Comandante o Capitão de Fragata Alfredo Ewaldo Rutter Mattos. Em segundo lugar, a aquisição, junto ao governo norte-americano, de mais dois submarinos da Classe “Fleet-Type”.

Uma década marcante – Anos 70

A década dos anos 70 foi particularmente marcante para a história da Força de Submarinos. Foram adquiridos, juntos ao governo norte-americano, sete submarinos da Classe “GUPPY” (Greater Underwater Propulsion Power) e um Navio de Salvamento de Submarinos (Figura 2.2). Posteriormente, na Inglaterra, foram construídos três submarinos da Classe “OBERON”.

A grande novidade da época foi o sistema do esnorquel, que equipava os submarinos da classe “GUPPY”. Este sistema permite recarregar as baterias e os grupos de ar comprimido, bem como renovar o ar ambiente, com o submarino em imersão, na cota periscópica.



Fig 2.2: Submarinos da Classe “GUPPY”

O submarino RIO GRANDE DO SUL, primeiro da Classe “GUPPY” a ser recebido, foi também o primeiro submarino brasileiro a operar o esnorquel. Os submarinos da Classe “OBERON”, de construção inglesa, de geração mais moderna que os “GUPPY” americanos, trouxeram importantes melhoramentos no campo da detecção acústica e eletromagnética, introduzindo uma gama de equipamentos eletrônicos altamente sofisticados. Além disso, possuíam um Sistema de Direção de Tiro computadorizado, marcando o advento da informática em nossos submarinos. Esta década marcou, também, a introdução de novos procedimentos doutrinários no emprego operativo dos submarinos, contribuindo, sobremaneira, para a atualização profissional do pessoal submarinista da Marinha do Brasil.

A modernização – Anos 80

A década de 80 foi novamente importante para a Força de Submarinos. Ela marcou o início da fase em que o Brasil deu partida na busca de sua autossuficiência para projetar e construir a sofisticada arma de guerra naval que é o submarino. Trata-se também da época em que houve a capacitação de nossa Marinha para o salvamento de submarinos sinistrados e o preparo de nossos mergulhadores para atenderem às necessidades do País em serviços marítimos a grandes profundidades.

Na área de mergulho e salvamento, foi construído o Centro Hiperbárico, para formar e adestrar pessoal nas técnicas de mergulho de saturação, ocorrendo uma pesquisa em medicina hiperbárica, sendo realizados experimentos e testes hiperbáricos em materiais e engenhos submarinos. Nessa década, o contrato assinado com o estaleiro alemão HDW iniciou a capacitação técnica brasileira para a construção do primeiro submarino no Brasil. Fruto desse contrato, que estabelecia a construção de um submarino IKL na Alemanha e, um segundo no Brasil, engenheiros e técnicos de diversos setores realizaram estágios no HDW, acompanhando a construção do submarino “TUPI” (S30). O Submarino “TUPI”, um moderno submarino diesel-elétrico, de reduzida assinatura acústica (baixo nível de ruído), com capacidade de atingir altas velocidades em imersão, operando a grandes profundidades, além de ser dotado de sofisticados sensores, uma marca indelével da modernização da Força de Submarinos.

Uma realização nacional – Anos 90

A década de 90 marcou uma realização nacional: a construção e a incorporação do primeiro submarino totalmente construído no Brasil, pelo AMRJ, o Submarino “TAMOIO” (S31). O Submarino “TAMOIO” foi incorporado em 12 de dezembro de 1994. Foi nessa década que se consolidou a capacitação brasileira na construção de submarinos. Seguindo-se ao TAMOIO, em 16 de dezembro de 1996, o segundo submarino construído no País foi incorporado, o “TIMBIRA” (S32). O terceiro submarino da mesma Classe, o “TAPAJÓ” (S33), também totalmente construído pelo AMRJ, foi entregue à Esquadra Brasileira em 21 de dezembro de 1999.

O futuro e a realização de um sonho – O século XXI

Consolidados os conhecimentos e a capacidade para a construção de submarinos, a Marinha decidiu incrementar o seu Programa de Reparelhamento com a construção de um quinto submarino. A Força de Submarinos, neste início do século XXI, viu nascer o Submarino “TIKUNA” (S34)(Figura 2.3), que não é um submarino da Classe “TUPI”. Apesar da grande semelhança na aparência externa, são consideráveis as diferenças entre eles, constituindo uma nova Classe.



Fig 2.3: Submarinos da Classe “TIKUNA”.

Incorporando novidades tecnológicas em diversos sistemas, notadamente na geração de energia, no sistema de direção de tiro e nos sensores, o “TIKUNA” sela a independência tecnológica na área de projeto e de construção de submarinos.

Salto mais altos estão planejados para este século XXI. A continuação da construção de submarinos convencionais no Brasil e a construção de um submarino de propulsão nuclear, o Submarino Nuclear Brasileiro de Ataque – SNB (Figura 2.4), cujas barreiras tecnológicas estão sendo vencidas, restando vencer as orçamentárias. No momento, o país já enriquece o urânio, mas ainda precisa desenvolver pesquisas para a construção de um casco apto a suportar elevadas profundidades. Com o estabelecimento de acordos, agora será possível uma aquisição gradual de diversas tecnologias para a construção do submarino nuclear.

Conheça os submarinos

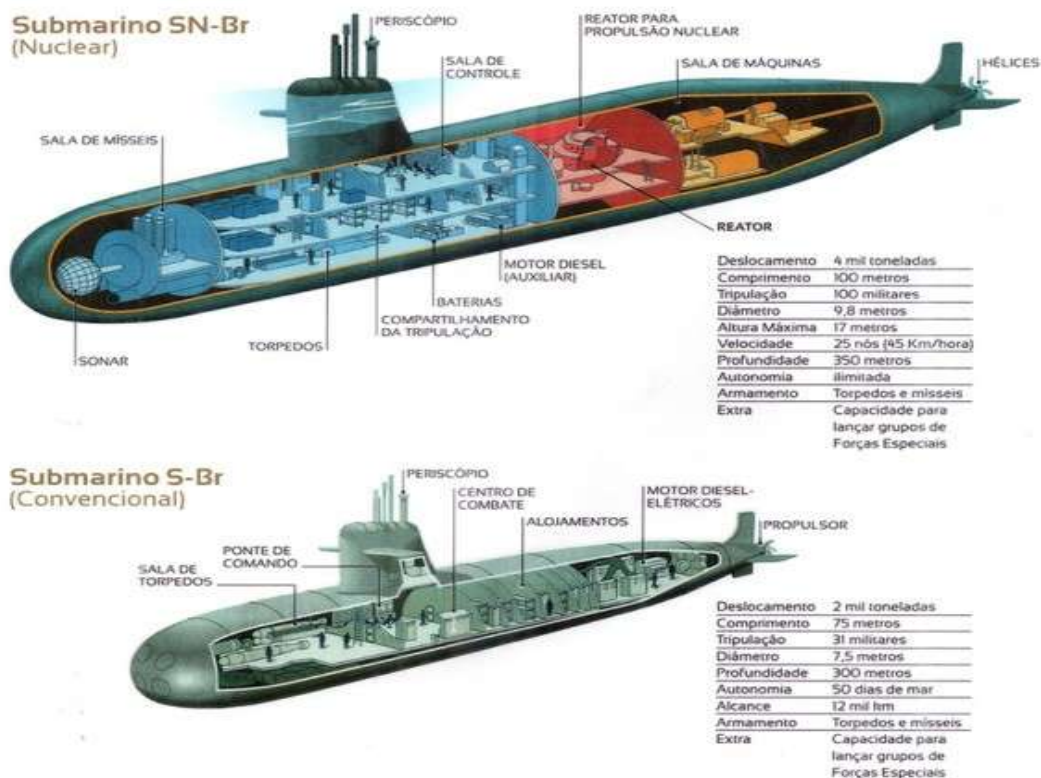


Fig 2.4: Comparativo entre os submarinos SN-Br (Nuclear) e S-Br (Convencional)

Atualmente, a nova tecnologia de ultracentrifugação empregada pelo Brasil, em que o metal aumenta sua radioatividade, é superior à americana e à francesa. A ultra centrífuga de enriquecimento isotópico de urânio no Brasil dispensa eixos de rotação, ou seja, não gira em torno de um eixo mecânico, mas sim, de um eixo imantado. Ela gira em uma velocidade tão alta que "flutua" em um campo magnético, não havendo contatos entre as superfícies. Além disso, o urânio é enriquecido em um percentual de 4 %, quando o mundo atual move submarinos nucleares enriquecendo o urânio em 20 % (para uma bomba, o enriquecimento é de mais de 90 %).

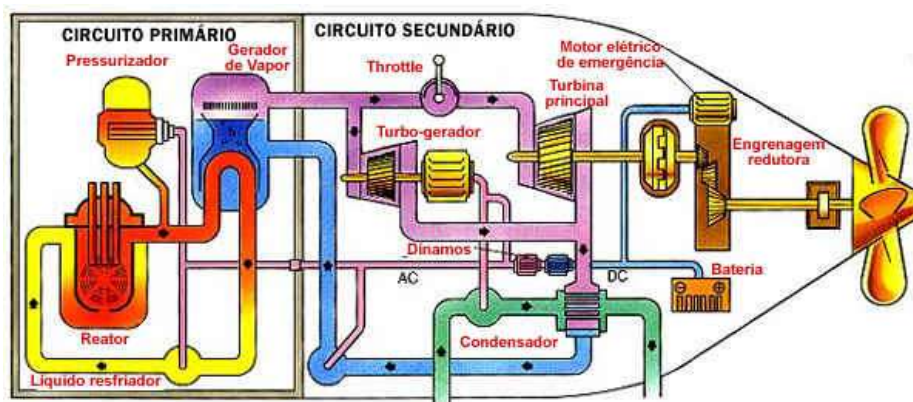


Fig 2.5: Diagrama esquemático do Sistema de Propulsão para Submarino Nuclear

O sistema propulsivo do SNB (Figura 2.5) teria uma planta simples, produzindo diretamente o vapor por meio de um gerador, a partir do circuito do reator PWR. Quanto ao circuito secundário, seria o de vapor, e sua refrigeração estaria atuando por gravidade/diferença de pressão. O vapor gerado pelo sistema moveria diretamente uma turbina ligada ao eixo da hélice. O submarino contaria com um motor elétrico movido por bateria, sendo alimentado por um gerador, a fim de movimentar o submarino, em caso de falha do sistema principal. Há ainda outros equipamentos e sistemas que vinham sendo desenvolvidos para o SNB e que eram considerados estratégicos, como o sistema de navegação inercial, consoles de governo e profundidade, sonares acústicos e eletromagnéticos, sistemas de comunicação em baixa frequência e sistemas de armas.

O SNB original, Projeto SNAC-2, deveria deslocar entre 2.900 e 3.500 toneladas submerso, ter cerca de 70 m de comprimento, diâmetro de pelo menos 8 m, possuir um reator nuclear PWR RENAP-50, podendo navegar a 28 nós de velocidade. RENAP-50 significa "Reator Naval de Potência de 50/48 Megawatts". Isso é potência nominal, ou seja, a potência térmica máxima do reator com o primeiro núcleo (elementos combustíveis tipo vareta). A potência real chegará perto de 11 MW elétricos, possuindo 2 turbinas de propulsão com 3.600 KW e 2 turbinas de serviço com 1.800 KW.

Se o Brasil conseguir executar o programa corretamente, o primeiro Submarino Nuclear Brasileiro de Ataque poderá ver a entrada em serviço do primeiro SNA, no horizonte de 2018/2020.

Tabela 2.1: Relação dos Submarinos da Marinha do Brasil.

Classe	Nome	Local de Construção	Data de Incorporação	Data de Desincorporação
"IKL-209-1400 MOD A"	Submarino "Tikuna" (S34)	Arsenal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil.	16/12/2005	----
"IKL-209-1400"	Submarino "Tapajó" (S33)	Arsenal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil.	21/12/1999	----
"IKL-209-1400"	Submarino "Timbira" (S32)	Arsenal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil.	16/12/1996	----
"IKL-209-1400"	Submarino "Tamoio" (S31)	Arsenal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil.	12/12/1994	----
"IKL-209-1400"	Submarino "Tupi" (S30)	Estaleiro HDW – Kiel, Alemanha.	06/05/1989	----
"OBERON"	Submarino "Riachuelo" (S22)	Estaleiro da Vickers Limited – Barrowfurness, Inglaterra.	12/03/1977	12/11/1997
"OBERON"	Submarino "Tonelero" (S21)	Estaleiro da Vickers Limited – Barrowfurness, Inglaterra.	10/12/1977	21/06/2001
"OBERON"	Submarino "Humaitá" (S20)	Estaleiro da Vickers Limited – Barrowfurness, Inglaterra.	18/06/1973	08/04/1996

Dando continuidade a esta atividade, se você ainda não assistiu, procure na videoteca da Biblioteca da EAMES ou, em uma locadora de vídeo, os filmes sugeridos a seguir, assistindo a eles no **horário da Recreação**.

Título: 20.000 Léguas Submarinas

Ano: 1954

Diretor: Richard Fleischer

Sinopse: Baseado no romance de Jules Verne. Em 1868, relatos alarmantes de um monstro marinho que destruía navios facilmente leva pânico aos marinheiros. Um especialista em biologia marinha - Kirk Douglas - e seu assistente são levados pelo governo americano a estudar o tal monstro. Descubrem ser um moderno - e inimaginável na época - submarino, o Nautilus, cujo capitão, Nemo - James Mason -, é um cientista genial, que vive isolado. Trata-se de um grande filme de ação dos anos de 1950.



Figura 2.6: Capa do Filme 20.000 Léguas Submarinas. Retirado do site: <http://listasde10.blogspot.com.br/2010/01/10-filmes-de-submarinos.html>

Título: Caçada ao Outubro Vermelho

Ano: 1990

Diretor: John McTiernan

Sinopse: Acreditando na possível deserção do capitão - Sean Connery - de seu mais moderno submarino, que saiu da rota, indo em direção à América, o alto comando soviético manda uma ordem para todos os demais submarinos soviéticos afundá-lo. Os americanos, sentindo-se ameaçados, decidem fazer o mesmo. É quando entra em cena o agente da CIA Jack Ryan - Alec Baldwin -, admirador do capitão, que tenta impedir os dois lados de efetuarem o ataque.



Figura 2.7: Capa do filme Caçada ao outubro vermelho. Retirado do site: <http://listasde10.blogspot.com.br/2010/01/10-filmes-de-submarinos.html>

Qual é sua opinião?

“ Após estas atividades com vídeos e textos, escreva sua opinião sobre a importância do estudo da Física na construção, operação e manutenção dos submarinos e, para a sua atuação como futuro Marinheiro.

Escreva sua opinião aqui.



3 - Introdução ao Estudo da Mecânica

3.1 – Objetivos desta Seção

Ao final deste tópico, você deverá ser capaz de:

- ✓ Ressaltar a importância do estudo da Mecânica para a explicação dos conceitos de Movimento e Repouso dos corpos, citando algumas situações do cotidiano naval;
- ✓ Conceituar Partícula/Ponto Material, Movimento, Repouso, Referencial, Sistema de Referência, Trajetória, Posição, Velocidade e Aceleração;
- ✓ Compreender a importância do conhecimento da posição, velocidade e aceleração de um corpo.

3.2 – Por que precisamos estudar a Mecânica?

Mecânica é a parte da Física que estuda o movimento e o repouso dos corpos. O movimento não está apenas em nós. Também está ao nosso redor, nos animais, nos veículos, em diversos objetos. Desde a antiguidade, o ser humano preocupa-se em explicar os fenômenos que ocorrem na natureza. O movimento dos corpos foi o alvo das primeiras atenções.

Sabe-se que a Mecânica é a mais antiga das partes da Física, mas não se tem ideia de quando começou o seu desenvolvimento. Podemos citar Aristóteles, Arquimedes, Ptolomeu, Copérnico, Galileu, Kepler, Newton e Einstein como alguns dos grandes expoentes na evolução do conhecimento acerca da Mecânica.

Nos vídeos e textos sugeridos anteriormente, destacamos o movimento dos submarinos, tanto vertical quanto horizontalmente, podendo ficar em repouso numa certa profundidade. Além disso, o fato de efetuarem a vigilância da costa e do fundo do mar, tendo como principal função o lançamento de mísseis e torpedos (Figura 3.1). Vale salientar que a precisão do lançamento dessas armas é importante por causar um estrago maior no campo inimigo.




Fig 3.1: Mísseis disparados de submarinos chineses durante um exercício no mar da China. Fonte: <http://www.publico.pt/mundo/noticia/china-aumenta-em-149-porcento-o-seu-orcamento-militar-1367603>

? **P2: Você já parou para pensar em quais informações nós devemos saber para que possamos interceptar um míssil lançado pelo inimigo, evitando o estrago causado por uma possível colisão em nosso navio?**

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Como você está se sentindo hoje?</p> </div> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p>
--	--

Como desejamos interceptar o míssil antes dele atingir o alvo, precisamos conhecer sua exata localização em cada instante. Isso não se constitui uma tarefa simples, pois ele está em movimento. Assim, a questão que se coloca é a seguinte:

P3: Como poderemos saber a trajetória do míssil ao longo do tempo, de modo que possamos interceptá-lo em algum ponto?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p style="text-align: center;">Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Para responder a essa pergunta, será preciso entender a relação que existe entre as forças atuando em um corpo e suas implicações no movimento dele.</p>
--	--

Antes de estabelecer esta relação, deve-se entender os conceitos de **Trajétoria** e de **Posição**. Também é necessário compreender como se dá a **mudança de posição** de um corpo em movimento. Outro aspecto importante é que tanto um submarino quanto um míssil são objetos extensos, possuindo dimensões de largura, altura e profundidade. Assim, se desejamos determinar a posição e a trajetória desses objetos, que critério utilizar para escolher uma parte que os representa? Vamos então discutir estes conceitos.

3.3 – Conceito de Partícula ou Ponto Material

É comum, ao estudarmos o movimento de um corpo qualquer, tratá-lo como uma partícula ou, um ponto material. Podemos dizer que um corpo extenso é uma partícula quando suas dimensões são muito pequenas, em comparação com as dimensões do problema em estudo. Por exemplo, um submarino de 100m de comprimento pode ser considerado uma partícula ou, um ponto material, quando faz uma viagem do Rio de Janeiro até Vitória, cuja distância aproximada é de 500 km, conforme mostrado na Figura 3.2.



Fig 3.2: Submarino navegando na saída do Rio de Janeiro. Fonte: <http://democraciapolitica.blogspot.com.br/2013/10/brasil-ja-comecou-producao-do-segundo.html>

Outro aspecto importante é que, quando um corpo extenso é posto em movimento, ele pode vibrar, rotacionar ou simplesmente transladar. Quando uma partícula é colocada em movimento, ela pode apenas transladar. Consequentemente, o estudo do movimento de uma partícula ou, do ponto material, torna-se mais simples do que o de um corpo extenso. Esta consideração de partícula (ou ponto material) será utilizada aqui devido à simplificação do estudo do movimento, sem perder de vista a possibilidade de se fornecerem respostas a muitos problemas de Mecânica, com que nos deparamos em nosso dia a dia. Em um momento posterior, quando os principais conceitos utilizados para estudar o movimento de uma partícula estiverem bem compreendidos, outros movimentos poderão ser analisados, considerando-se todas as dimensões do corpo. Logo, o que vem a ser uma Partícula ou, um Ponto Material?

CONCEITO DE PARTÍCULA OU PONTO MATERIAL

Significa considerar um **corpo extenso** como sendo uma **partícula** de dimensões desprezíveis, com toda a **massa** deste corpo concentrada nesta partícula.


Portanto, neste estudo, sempre que nos referirmos ao movimento de um objeto qualquer, salvo quando for dito o contrário, estaremos tratando-o como se fosse uma partícula.

3.4 – Conceitos de Movimento, Trajetória e Referencial.

Considere que você esteja parado em um píer observando dois amigos seus, João e Pedro, também parados, dentro de uma lancha em movimento, numa linha reta no mar.



P4: Se você tivesse que descrever o movimento de João, o que você diria? E se Pedro fizesse o mesmo sobre João, o que ele diria?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p style="text-align: center;">Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Eu diria que João está se movendo em linha reta, junto com a lancha.</p> <p>Pedro diria que João está parado ao lado dele.</p>
---	--

Qual dos dois está certo? O dois? O que podemos concluir então?

CONCEITO DE MOVIMENTO DE UM CORPO

O movimento de um corpo é um conceito relativo. Depende do ponto onde se encontra o observador.

Portanto, toda vez que desejarmos analisar o movimento de um corpo, precisamos determinar um ponto de observação para descrevê-lo. Por exemplo, em situações de reabastecimento de aviões em pleno voo, conforme mostrado na Figura 3.3, os dois aviões estão efetivamente se movendo. No entanto, como o conceito de movimento é relativo ao referencial escolhido, os dois aviões estão parados entre si, permitindo que a manobra seja executada. Voltando ao exemplo da lancha, uma possível escolha do ponto onde o observador estaria localizado é o píer. Outra opção seria a própria lancha em que João e Pedro se encontram. Portanto, o que seria um Referencial?



Fig 3.3: Abastecimento em pleno voo. Fonte: *Tópicos de Física, de Gualter.*

DEFINIÇÃO DE REFERENCIAL

O Referencial, para o estudo do movimento em **linha reta**, é a escolha de um **ponto (zero do referencial)** para se observar o movimento de um corpo. Deve-se escolher também qual será o **sentido** (positivo ou negativo) do movimento do corpo, ao longo desta linha reta.

Como o referencial pode ser escolhido pela pessoa que deseja analisar o movimento, uma premissa a ser seguida é escolher o que torne a observação do movimento o mais simples possível. Considere, por exemplo, uma lancha dirigindo-se afastando-se de um píer, conforme ilustrado na Figura 3.4. Tomando o píer como ponto de referência e, escolhendo o sentido positivo como sendo o de afastar-se do píer, estabelecemos nosso referencial. Assim, é possível verificar que sua distância horizontal, ou sua abscissa x , está aumentando em relação ao referencial. Portanto, podemos dizer que, em relação ao píer, a lancha está em movimento. Para movimentos em linha reta, a escolha do referencial também envolve a definição de um eixo vertical ao movimento, a que chamamos de eixo Y .

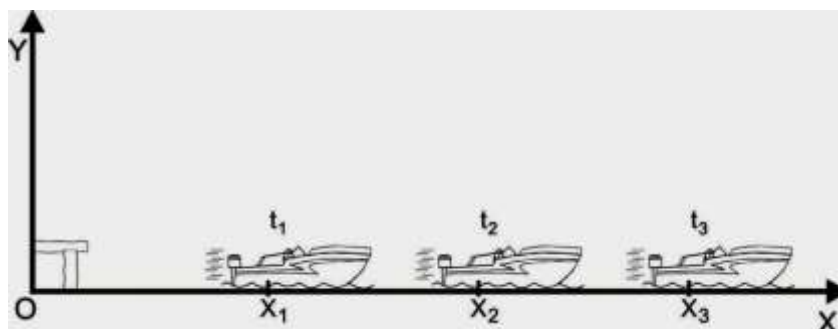


Fig 3.4: Nos instantes t_1 , t_2 e t_3 , as abscissas da lancha valem x_1 , x_2 e x_3 , respectivamente.

Tomando a lancha como referencial, associando a ele um sistema de eixos $x'y'$, observamos agora que o píer aparenta estar se distanciando da lancha, conforme ilustrado na Figura 3.5. Neste referencial, podemos dizer que, em relação à lancha, é o píer que está em movimento.

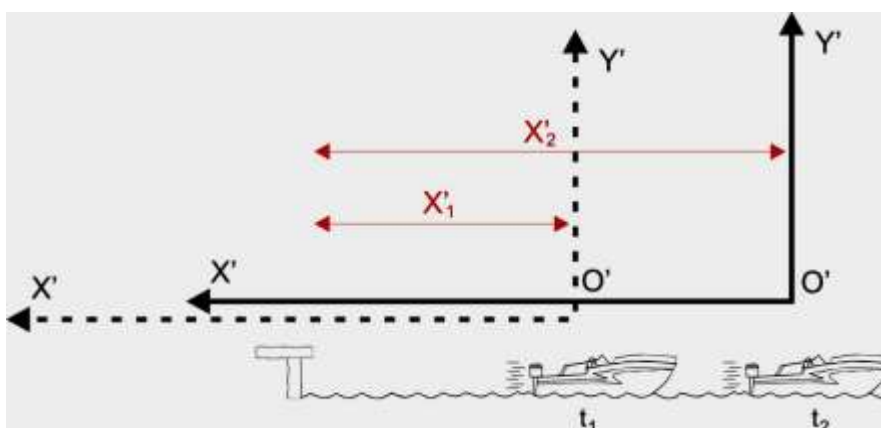


Fig 3.5: Nos instantes t_1 e t_2 , as abscissas do píer valem x_1 e x_2 , respectivamente.

Voltando ao exemplo do movimento da lancha, as hélices provocam uma espécie de espuma na água, tornando possível saber exatamente o caminho percorrido pela embarcação. Outro exemplo desse caminho percorrido seria o rastro de fumaça deixado pelos aviões da esquadrilha da fumaça, quando fazem uma apresentação, demarcando exatamente o caminho percorrido por eles, conforme mostrado na Figura 3.6. Esta linha que define o caminho que um corpo percorreu é o que se chama de Trajetória. Portanto, o que seria uma Trajetória?



Fig 3.6: A fumaça no céu representa a trajetória dos aviões. Fonte: As Faces da Física de Carron.

CONCEITO DE TRAJETÓRIA

A trajetória de uma partícula em movimento é a **linha** que ela descreve em relação a um referencial. Caso a partícula encontre-se em repouso, sua trajetória reduz-se a um ponto.

3.5 – Conceito de Posição

Com base nos conceitos de Referencial e Trajetória, podemos avançar um pouco mais na descrição do movimento de um corpo. Quando um objeto está em movimento, ele vai mudando sua localização, à medida que o tempo vai passando. Usando o exemplo do míssil, é necessário saber a exata localização do alvo para que ele cumpra sua função. Vamos considerar inicialmente que o míssil está se movendo em linha reta. Para identificarmos a localização de um corpo em movimento, em linha reta, num

determinado instante, basta sabermos a distância em que ele se encontra, em relação a algum referencial que você mesmo pode escolher. Portanto, o que seria uma Posição?

CONCEITO DE POSIÇÃO

É a medida realizada para determinar a localização de um corpo em relação a um Referencial previamente escolhido.

No exemplo envolvendo a lancha, onde zero do referencial escolhido o píer, a determinação da **posição** vai nos informar qual a distância em que a lancha se encontra do píer, em um determinado momento.



P5: Após essa discussão, você saberia responder por que precisamos conhecer a POSIÇÃO de um corpo? Pense no exemplo do míssil.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>A localização do alvo vai determinar como deve ser o movimento do míssil para atingi-lo. Em outras palavras, o sistema de navegação usado no míssil precisa calcular a trajetória que ele deve seguir até chegar ao alvo. E isso é feito determinando as posições intermediárias do míssil, desde o ponto de lançamento até o alvo.</p> <p>Durante a aula, deve-se fazer um desenho exemplificando essa situação, chamando a atenção para a Trajetória e a Posição.</p>
---	---	---



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 3.1 (Pietrocola 2011 - Adaptada) Todo corpo que se desloca ocupa duas posições sucessivas, formando uma linha geométrica contínua chamada Trajetória. Desenhe em seu caderno a trajetória, observada por você, de cada um dos exemplos a seguir.

- Uma pessoa que caminha em linha reta, numa superfície horizontal, num navio em repouso.
- A queda de um relógio do passadiço de um navio em repouso.
- A extremidade do ponteiro de um relógio, quando você observa as horas.

Resolução:

- A trajetória de uma pessoa que caminha em linha reta, numa superfície horizontal, em um navio em repouso é uma **reta horizontal**.
- A trajetória de uma pessoa que caminha em linha reta, numa superfície horizontal, em um navio em repouso é uma **reta vertical**.
- A trajetória da extremidade do ponteiro de um relógio quando você observa as horas é **uma circunferência**.

R 3.2 (Pietrocola 2011 - Adaptada) Pense sobre as trajetórias do exercício anterior e responda ao que se pede.

- Qual a trajetória da queda de um relógio para um marinheiro que, por acidente, deixa-o cair de um navio que está em movimento com uma velocidade constante? Qual seria essa trajetória para um “campanha” que observa o navio de um porto?
- A circunferência descrita pela extremidade do ponteiro do cronômetro seria a mesma, se você olhasse para o instrumento de perfil?
- A respeito das trajetórias dos corpos, que conclusão podemos tirar dessas questões e de suas respostas?

Resolução:

- A trajetória da queda de um relógio para um marinheiro que, por acidente, deixa-o cair uma é uma **reta vertical**. Mas para um “campanha” que observa o navio de um porto é um arco de parábola.
- Não é a mesma linha, para a pessoa que o observa de perfil a trajetória seria um ponto se deslocando sobre uma reta.
- Podemos tirar a conclusão de que alterando o ponto de observação (Referencial) do movimento dos corpos a trajetória também muda.

R 3.3 (Gualter 2007) Conforme se mostra na figura ao lado, um barco, em movimento retilíneo, está sendo seguido por um helicóptero, que voa em altitude constante, sempre na mesma vertical que passa pelo barco. Responda ao que se pede, considerando que o barco e o helicóptero são pontos materiais.



- Como estão o barco e o helicóptero, em relação à superfície da Terra: em repouso ou, em movimento?
- O helicóptero está em movimento ou, em repouso, em relação ao barco?

Resolução:

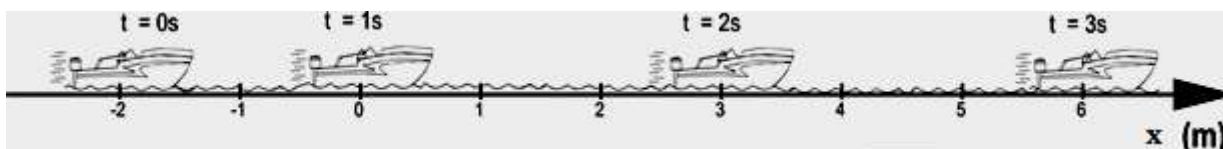
- Estão em movimento, pois em relação à terra as posições do barco e do helicóptero variam com o tempo.
- O helicóptero está em repouso em relação ao barco, pois as posições do barco e do helicóptero não variam com o tempo.

**“FAXINANDO” A FÍSICA**

- (Pietrocola 2011) O que é ponto material (partícula)? E corpo extenso?
- (Pietrocola 2011) Por que alguns dos estudos consideram os corpos envolvidos como pontos materiais?
- (Pietrocola 2011) Cite três exemplos de pontos materiais, com os respectivos meios.
- (Pietrocola 2011) Cite três exemplos de corpos extensos.
- (Gualter 2007) Enquanto o professor escreve no quadro branco,
 - o pincel está em repouso ou, em movimento, em relação ao quadro branco?
 - o quadro branco está em repouso ou, em movimento, em relação ao chão?
 - o quadro branco está em repouso ou, em movimento, em relação ao pincel?
- (Gualter 2007 – Adaptada) Responda ao que se pede, considerando três embarcações: **A**, **B** e **C**. Se **A** está em movimento em relação a **B**, e **B** está em movimento em relação a **C**,
 - é possível que A esteja em movimento em relação a C?
 - podemos garantir que A está em movimento em relação a C?
- (Gualter 2007 – Adaptada) Assinale a opção correta, supondo que, em certo instante, um automóvel encontra-se no km 120 de uma rodovia. Logo, o espaço do automóvel nesse instante é igual a 120 km. Isso significa que:
 - o automóvel já percorreu 120 km.

- (B) o automóvel está em movimento no referido instante, no sentido da trajetória.
 (C) o automóvel, nesse instante, está em repouso.
 (D) o automóvel encontra-se a 120 km do km 0, medidos ao longo da trajetória.
 (E) a distância do local em que o automóvel está até o km 0, medida em linha reta, é de 120 km.

16- Na figura abaixo estão representadas as posições de uma lancha em diversos instantes, ao longo de uma trajetória retilínea.



Determine:

- a) a posição inicial da lancha.
 b) a posição da lancha no instante $t = 3$ s.
 c) a distância percorrida entre os instantes $t_1 = 0$ s e $t_2 = 6$ s.
- 17- Suponha que você deseja realizar uma viagem de barco partindo de Fortaleza (CE) para o Rio de Janeiro (RJ). Para isso, traçou a derrota através de uma Carta Náutica com as respectivas distâncias entre os vários portos onde deseja atracar. A seguir, a representação de alguns portos existentes ao longo dessa derrota.



- a) Qual é o valor da posição de todos os portos?
 b) Qual é a distância percorrida por um barco que vai, em cada trecho, sempre no mesmo sentido, do porto de
 I. Fortaleza (CE) para o de Recife (PE)?
 II. Salvador (BA) para o de Vitória (ES)?
 III. Fortaleza (CE) para o do Rio de Janeiro (RJ)?

3.6 – Conceito de Velocidade

Vimos que identificar a **posição** de um corpo em movimento é essencial, pois nos permite localizá-lo em um determinado instante. No entanto, se a posição do corpo estiver mudando com o tempo, é necessário saber onde o objeto estará depois de transcorrido esse intervalo de tempo. Assim, é preciso conhecer também como a posição está mudando com o tempo. Isso pode ser feito a partir da escolha de um referencial, medindo-se duas posições sucessivas e calculando em quanto a posição do corpo se modificou no intervalo de tempo transcorrido entre as duas medidas. A esta nova medida será dado o nome de velocidade. Portanto, o que é velocidade?

CONCEITO DE VELOCIDADE - ESCALAR

É a grandeza utilizada para informar a medida da **mudança de posição** de um corpo com base em um dado referencial, durante certo **intervalo de tempo**. Matematicamente, assim pode ser expressa:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad v = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Por exemplo, se a velocidade de uma lancha em linha reta é de 5m/s, isso significa que, em um segundo, ela se deslocará 5 metros. Com isso, é possível dizer que, em 3 segundos, a lancha terá se deslocado 15 metros.

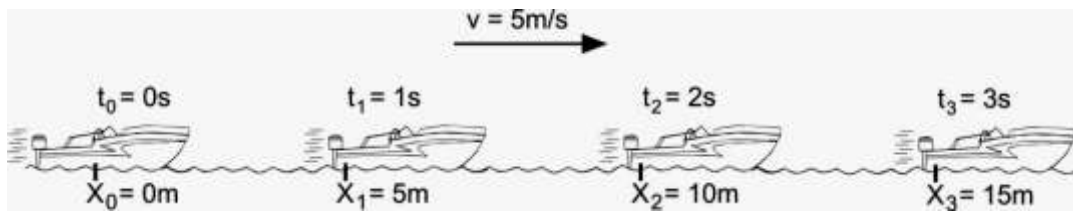



Fig 3.7: Uma lancha em movimento, em linha reta.

Retornando à Figura 3.5, que representa o movimento de uma lancha, onde o referencial escolhido foi o píer, agora já é possível determinar a **posição**, que nos fornece a informação sobre a distância em que a lancha se encontra do píer, em um determinado momento. Como a lancha está em movimento, a **velocidade da lancha** nos informará como a sua posição está mudando, a cada momento.

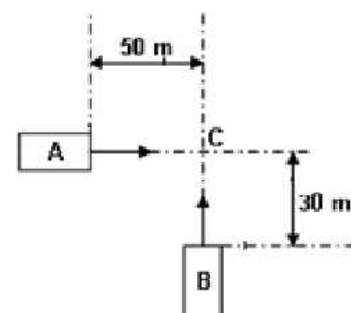
P6: Após essa discussão, você saberia responder por que precisamos conhecer a VELOCIDADE de um corpo? Pense novamente no exemplo do míssil.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Já discutimos que a localização do alvo é importante para definir a trajetória em que o míssil deve seguir para acertar o alvo. E isso é feito determinando-se as posições intermediárias do míssil, desde o ponto de lançamento até o alvo.</p> <p>Como a velocidade é a medida da variação da posição em relação ao tempo, o sistema de navegação precisa determinar a velocidade do míssil. Isso porque ele irá percorrer as posições necessárias para descrever a trajetória, de modo a atingir o alvo desejado.</p> <p>Obs.: Durante a aula, deve-se fazer um desenho exemplificando essa situação e chamando a atenção para a trajetória e a posição.</p>
--	---



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 3.4 A figura ao lado representa dois torpedos (A e B), que são lançados, perpendicularmente, numa velocidade constante, por dois submarinos. O torpedo A parte com uma velocidade de 20 m/s, colidindo com o torpedo B no ponto C. Desprezando as dimensões dos torpedos, determine a velocidade do torpedo B, para que a colisão possa ocorrer na posição indicada.



Dados:

$$v_A = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta x_A = 50 \text{ m}$$

$$\Delta x_B = 30 \text{ m}$$

Resolução:

O intervalo de tempo que o torpedo A demora a chegar ao ponto C deve ser o mesmo que o torpedo B demora a chegar ao mesmo ponto. Portanto, com os dados podemos calcular esse intervalo de tempo. Como

$$v_A = \frac{\Delta x_A}{\Delta t}, \text{ temos que: } \Delta t = \frac{\Delta x_A}{v_A} = \frac{50}{20} = 2,5 \text{ s}$$

Agora basta substituímos para calcularmos a velocidade do torpedo B:

$$v_B = \frac{\Delta x_B}{\Delta t} = \frac{30}{2,5} = 12 \text{ m/s}$$

A velocidade do torpedo B deve ser de **12 m/s** para que haja a colisão na posição C.

R 3.5 (EAMES) Na Marinha utiliza-se uma unidade de velocidade denominada Nó. Por definição, 1 Nó é igual a 1 Milha Marítima, por hora. Sabendo que 1 Milha Marítima é igual a 1.852 metros, calcule o valor **aproximado**, em **km/h**, da velocidade de um navio que se move com uma velocidade de 20 Nós.

Dados:

$$v = 1 \text{ nó} = 1 \text{ milha/h} = 1.852 \text{ m/h}$$

Resolução:

$$v = 20 \text{ nós} = 20 \text{ milha/h} = 20 \times 1.852 \text{ m/h} = 37.040 \text{ m/h} \text{ que é aproximadamente igual a } \mathbf{37 \text{ km/h.}}$$

3.7 – Conceito de Velocidade Média

Suponha que, durante uma Viagem de Instrução, um navio faça uma trajetória até o Rio de Janeiro (RJ), partindo às 7 horas da manhã de Vitória (ES), considerado este local a origem dos espaços ($x_0 = 0 \text{ Km}$). Seguindo a derrota traçada pelo comandante do navio, através de uma Carta Náutica, esse navio chegará às 24 horas ao seu destino (Rio de Janeiro), que está situado a 510 de distância do ponto de partida. Analisando esses dados, concluímos que a variação da posição do navio foi de 510 km ($\Delta x = 510 \text{ km} - 0 \text{ km}$), num intervalo de tempo de 17 horas ($\Delta t = 24 \text{ h} - 7 \text{ h} = 17 \text{ h}$).



Fig 3.8: Viagem de navio de Vitória (ES) ao Rio de Janeiro (RJ)

VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

É a relação entre a variação de espaço ocorrida entre dois intervalos de tempo. Matematicamente,

$$\text{assim é expressa: } v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

No exemplo anterior, obtivemos $v_m = 30 \text{ km/h}$. Isso não significa que o navio percorreu necessariamente 30 km por hora. Pode ser, por exemplo, que, a cada hora de viagem, ele tenha percorrido distâncias diferentes, que ele tenha parado duas vezes para manobras de rotina. Por isso, dizemos que, em média, ele percorreu 30 km por hora.

Quando um corpo se desloca em uma trajetória, costumamos convencionar um dos sentidos do movimento como sendo positivo. O outro sentido, então, será considerado negativo. Assim, para um navio que se move ao longo de uma trajetória, podemos considerar como positivo o sentido no qual o navio afasta-se do início da trajetória (sentido de crescimento da indicação dos marcos quilométricos). Diz-se, então, que o movimento é **progressivo**, pois os espaços crescem com o tempo.

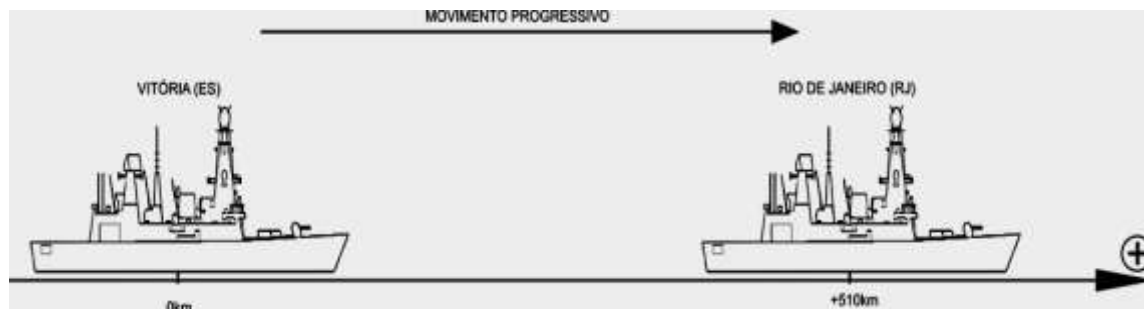


Fig 3.9: Movimento Progressivo

Se o navio estiver se aproximando do começo da trajetória, dizemos que ele está se movendo no sentido negativo. Diz-se, então, que o movimento é **retrógrado**, uma vez que os espaços decrescem com o tempo.

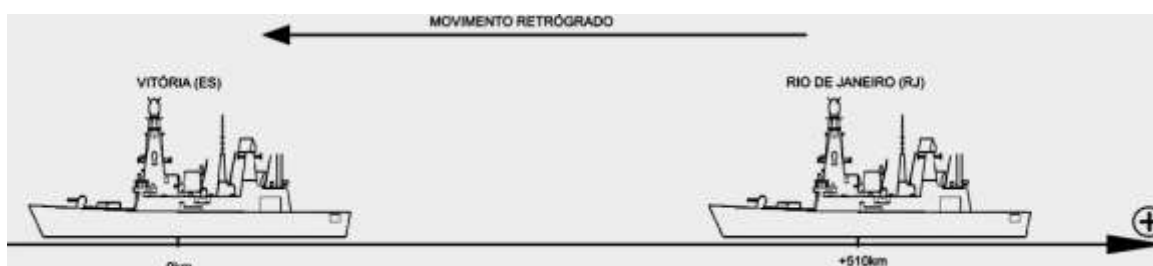


Fig 3.10: Movimento Retrógrado

No primeiro caso, a velocidade do navio seria considerada positiva e, no segundo, negativa. Portanto, quando dizemos que a velocidade de um navio é de -30 km/h , devemos entender que ele está se movendo a 30 km/h , no sentido convencionalmente negativo.

Atenção!

Em relação às unidades de medida de velocidade, note que elas correspondem sempre ao quociente de uma unidade de comprimento por uma outra, de tempo. Assim, no SI, temos:

$$\text{unid (v)} = \frac{\text{unid (s)}}{\text{unid (t)}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Concluimos, então, que a unidade de velocidade, no SI, é o metro por segundo (m/s). Frequentemente, usamos também a unidade quilômetro por hora (km/h), equivalendo à seguinte relação:

$$3,6 \text{ km/h} = 1 \text{ m/s}$$

De fato,

$$\frac{3,6 \text{ km}}{\text{h}} = \frac{3,6 \cdot 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 3.6 (EAMES) As cidades de Vitória/ES e Rio de Janeiro/RJ estão separadas por uma distância de 510 km, aproximadamente. Uma Fragata, da Classe GREENHALGH, sai do Rio de Janeiro, às 6h, com destino a Vitória. Durante o trajeto, o navio para durante 1h, para exercícios de rotina. Às 21h ele chega a Vitória, tendo gasto na viagem 10.800 litros (l) de combustível. Com base nessas informações, responda ao que se pede.

- a) Qual foi a velocidade média de toda a viagem?
 b) Qual foi o consumo médio de combustível, em km/l?
 c) A Fragata se manteve com a mesma velocidade durante todo o percurso? Explique.

Dados:

$$\Delta x = 510 \text{ km}$$

$$t_0 = 6 \text{ h}$$

$$t = 21 \text{ h}$$

$$\Delta t = t - t_0 = 21 - 6 = 15 \text{ h}$$

Resolução:

a) A velocidade média é calculada por $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, temos que:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{510}{15} = 34 \text{ km/h}$$

Tempo total gasto na viagem, incluindo a parada para os exercícios de rotina.

- b) Como a Fragata gastou na viagem 10.800 litros (l) de combustível. Tendo percorrido uma distância de 510 km.

O consumo de combustível foi de $\frac{510}{10.800} = 0.047 \text{ km/l}$.

- c) A velocidade da Fragata sofreu várias alterações ao longo do percurso. A velocidade média apenas nos informa que se a Fragata mantivesse essa velocidade (34 km/h), ela faria esse percurso (510 km) em um intervalo de 15 h.

R 3.7 (EAMES) Um avião percorre 1.920 km em 1 hora e 20 minutos. Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s. Determine a velocidade média do avião nesse percurso, em m/s, verificando se ele é ou não supersônico.

Dados:

$$\Delta x = 1920 \text{ km} = 1920 \text{ 000 m} = 1,92 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\Delta t = 1 \text{ h } 20 \text{ min} = 1 \text{ h} + \frac{1}{3} \text{ h} = \frac{4}{3} \text{ h}$$

Como 1 h = 60 minutos e 1 minuto = 60 segundos, temos que:

$$\Delta t = \frac{4}{3} \text{ h} \times 3600 = 4800 \text{ s} = 4,8 \cdot 10^3 \text{ s}$$

Resolução:

A velocidade média é calculada por $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, temos que:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1,92 \cdot 10^6}{4,8 \cdot 10^3} = 0,4 \cdot 10^3 = 400 \text{ m/s}$$

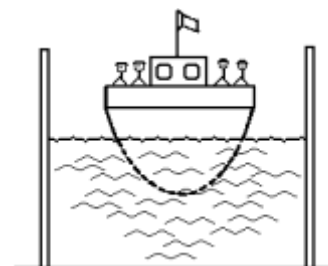
Como a velocidade do som no ar é de 340 m/s e a velocidade do avião calculada foi de 400 m/s, concluímos que o avião é supersônico.



“FAXINANDO” A FÍSICA

18- (Fuvest 1990 – Adaptada) Um barco é erguido a uma altura de 24m, no interior de uma eclusa, num intervalo de tempo de 40min. Assinale a opção que corresponde a sua velocidade média de ascensão.

- (A) 18m/s
 (B) $2,5 \times 10^{-3}$ m/s
 (C) 5×10^{-3} m/s
 (D) 10^{-2} m/s
 (E) $7,2 \times 10^{-3}$ m/s



- 19- (UFMG 2003 – Adaptada) Suponha que um bote, de dimensões desprezíveis, navega a uma velocidade média de 2,0 m/s em relação à margem de um rio, ultrapassando um navio de 50 m de comprimento, que se encontra em repouso, em relação à margem do rio. Determine o tempo que o bote leva para ultrapassar totalmente o navio.



- 20- (Gualter 2007 – Adaptada) Dois navios, **A** e **B**, partem num mesmo instante de uma cidade **X**, com destino a uma outra cidade, **Y**, distante 420 km de **X**. O navio **A** faz o percurso em 5 horas, e o **B**, em 6 horas. A partir desses dados, assinale a opção correta.
- (A) O navio **B** percorreu uma distância maior que a percorrida por **A**.
(B) A velocidade média de **B** é maior que a de **A**.
(C) É possível que, em algum momento, **B** tenha sido mais veloz que **A**.
(D) O navio **A** esteve sempre à frente de **B**.
(E) **A** e **B** não pararam nenhuma vez durante a viagem.
- 21- (EAMES – Adaptada) Uma das atividades físicas saudáveis bastante praticadas no Treinamento Físico-Militar (TFM) é a corrida, também conhecida como *Jogging* ou, *Cooper*. Considere um militar que, para essa atividade, percorre em média 1,44 km a cada seis minutos (6,0 min). Qual é a velocidade média percorrida por ele, em metros por segundos (m/s)?
- (A) 1
(B) 1,5
(C) 2
(D) 3
(E) 4
- 22- (EAMES – Adaptada) Suponha que a Fragata Independência realize uma comissão de São Paulo ao Rio de Janeiro, com os primeiros 250 km sendo percorridos com uma velocidade média de 100 km/h. Após uma parada de 30 minutos para reabastecimento, a viagem foi retomada, e os 150 km restantes foram percorridos com uma velocidade média de 75 km/h. Em km/h, qual foi a velocidade média percorrida durante a viagem?
- (A) 60
(B) 70
(C) 80
(D) 90
(E) 100
- 23- (EAMES – Adaptada) Suponha que, em um jogo de futebol de campo entre Aprendizes-Marinheiros e a equipe de juniores da Desportiva, o professor de Física da EAMES tenha comentado para um dos alunos que o juiz de futebol, ao apitar o jogo, correu, em média, 12 km. Considerando os 90 minutos de jogo, é correto afirmar que a velocidade escalar média com que o juiz de futebol se moveu em campo, em km/h, foi de
- (A) 9 km/min
(B) 0,8 km/h
(C) 8 km/h
(D) 0,9 km/h
(E) 1 km/h

- 24- (UFSCar – Adaptada) Um navio é responsável por verificar a energia mareomotriz de determinada região da costa. Na coleta de informações, o timoneiro traça uma rota rumo ao continente. Algum tempo depois, na cabine do capitão, um alarme alerta para as leituras feitas automaticamente pelo sonar, que mostram a rápida diminuição da profundidade do leito oceânico. Supondo que a inclinação do leito oceânico seja constante e, sabendo que a quilha da embarcação está 3 m abaixo da linha d'água, se nenhuma atitude for imediatamente tomada, o encalhe irá ocorrer entre quais instantes, respectivamente?

- (A) 0 minuto e 0,5 minuto.
 (B) 0,5 minuto e 1,0 minuto.
 (C) 1,0 minuto e 1,5 minuto.
 (D) 1,5 minuto e 2,0 minutos.
 (E) 2,0 minutos e 2,5 minutos.

PROFUNDIDADE (m)	17	15	13	11
INSTANTE (s)	0	15	30	45

- 25- (EAMES – Adaptada) A unidade de velocidade usada nos navios é o Nó, e seu valor equivale a aproximadamente 1,8 km/h. Se o navio da Marinha do Brasil, Matoso Maia, movimenta-se a uma velocidade média de 20 Nós, em 5 horas de viagem, que distância, aproximadamente, ele terá percorrido?

- (A) 60 km
 (B) 80 km
 (C) 120 km
 (D) 150 km
 (E) 180 km

- 26- (EAMES – Adaptada) Um protótipo de barco de competição para testes de motor econômico registrou a seguinte marca: com um galão americano (3,78 litros) de combustível, o barco percorreu aproximadamente 108 km em 50 minutos. Qual a velocidade média deste barco, aproximadamente?

- (A) 24 km/h
 (B) 150 km/h
 (C) 130 km/h
 (D) 140 km/h
 (E) 2 km/h

- 27- (EAMES – Adaptada) Ao ser tocado no fonoclama “RENDER QUARTO DE SERVIÇO”, o Aprendiz-Marinheiro **A** sai da Sala de Estado em direção ao Portão Alfa. No mesmo instante, outro AM (**B**) é autorizado a deslocar-se do Alfa para a Sala de Estado. Considere que o trajeto seja retilíneo, numa distância de 600 m, e que as velocidades de ambos os AM tenham sido constantes, respectivamente, de 1 m/s (**A**) e de 1,5 m/s (**B**). Calcule o intervalo de tempo, em minutos, em que um passa pelo outro.

- (A) 2
 (B) 3
 (C) 4
 (D) 5
 (E) 6

- 28- (Esalq-Piracicaba – Adaptada) Dois navios, N1 e N2, partem de um mesmo ponto e se deslocam sobre uma mesma reta, respectivamente, com as velocidades de 35 km/h e 25 km/h. A comunicação entre os dois navios é possível, pelo rádio, enquanto a distância entre eles não ultrapassa 600 km. Determine o tempo durante o qual os dois navios podem se comunicar, admitindo que,

- a) os dois navios partem ao mesmo tempo, movendo-se no mesmo sentido.

- b) o navio mais lento parte duas horas antes, movendo-se no mesmo sentido.
 c) os dois navios partem ao mesmo tempo, movendo-se em sentidos opostos.
- 29- Dois mísseis, em treinamento de interceptação, deslocam-se com uma velocidade constante numa mesma direção e, num mesmo sentido. No instante do lançamento, o primeiro míssil (A) se encontra na origem dos espaços ($x_{0A} = 0$ m), com uma velocidade de 150 m/s. Nesse momento, o outro míssil (B) se encontra na posição -400 m, com uma velocidade de 200 m/s. Determine:
- a) o instante em que o míssil **B** intercepta o míssil **A**.
 b) a distância entre o ponto de interceptação e o ponto de lançamento.

3.8 – Conceito de Aceleração

O conhecimento do valor da velocidade com que um corpo se movimenta permite saber de antemão a posição em que um objeto estará daqui a alguns instantes. Esta é uma vantagem e o grande interesse no estudo da Mecânica: prever o movimento de um objeto, através da aplicação de conceitos básicos relacionados a ele.

Pensando em termos do míssil, se conhecermos a velocidade dele em relação a algum referencial e, se conhecermos a que distância ele se encontra do alvo, será possível saber o tempo necessário para que outro míssil possa interceptá-lo. Neste caso, devemos sempre considerar que os movimentos ocorrem em linha reta. Na verdade, em geral, não é assim. Entretanto, neste momento, não abordaremos o estudo de um movimento em uma linha curva. Mas, se compreendermos os conceitos básicos da Mecânica para movimentos em linha reta, será possível estendê-los para o estudo dos movimentos em trajetórias não retilíneas.

Considere novamente a lancha (Fig. 3.4), onde estavam seus amigos João e Pedro, iniciando um movimento, partindo de um píer. Inicialmente a sua velocidade é zero, mas, após acionar os motores, a sua velocidade começa a aumentar. Isto é: no primeiro intervalo de tempo de 1s, a lancha percorre 5m; passado mais 1s, a lancha percorre 8m; em 1s a mais, a lancha percorre 15m; após mais um segundo, a lancha percorre 20m, e assim sucessivamente. Ou seja, a cada segundo que passa, ela percorre uma distância cada vez maior, o que significa que sua velocidade está mudando. Portanto, para saber como a velocidade é alterada, basta medir a mudança de velocidade sofrida pela lancha em um dado intervalo de tempo. A esta medida será dado o nome de aceleração. Portanto, o que vem a ser a Aceleração de um corpo?

CONCEITO DE ACELERAÇÃO - ESCALAR

É a medida da **mudança da velocidade** de um corpo em um dado referencial, durante um certo **intervalo de tempo**. Matematicamente, assim pode ser expressa:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Unidade de aceleração no SI.

Com relação às unidades de medida de aceleração, note que elas são sempre quocientes de uma unidade de velocidade por uma de tempo. No SI, temos:

$$\text{unid}(a) = \frac{\text{unid}(v)}{\text{unid}(t)} = \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s^2}$$

Concluimos, então, que a unidade de aceleração no SI é o metro por segundo ao quadrado (m/s^2).

Vamos pensar em outro exemplo: se a aceleração da lancha é de $5m/s^2$ a cada segundo, ou seja, é de $5m/s^2$, isso significa que, em um segundo, a velocidade dela aumenta $5m/s$. Note que isso tem impacto

na localização do corpo. No início do movimento ($t_0 = 0s$) a lancha estava em repouso, após $t_1 = 1s$ a sua velocidade era de $5m/s$, e a lancha se desloca em $2,5$ metros. No instante $t_2 = 2s$, a velocidade já será $10m/s$, com a lancha se deslocando $10m$. No instante $t_3 = 3s$, a velocidade da lancha será de $15m/s$, com um deslocamento de $22,5$ m, e assim sucessivamente. Enquanto a aceleração permanecer diferente de zero, a velocidade irá aumentando.

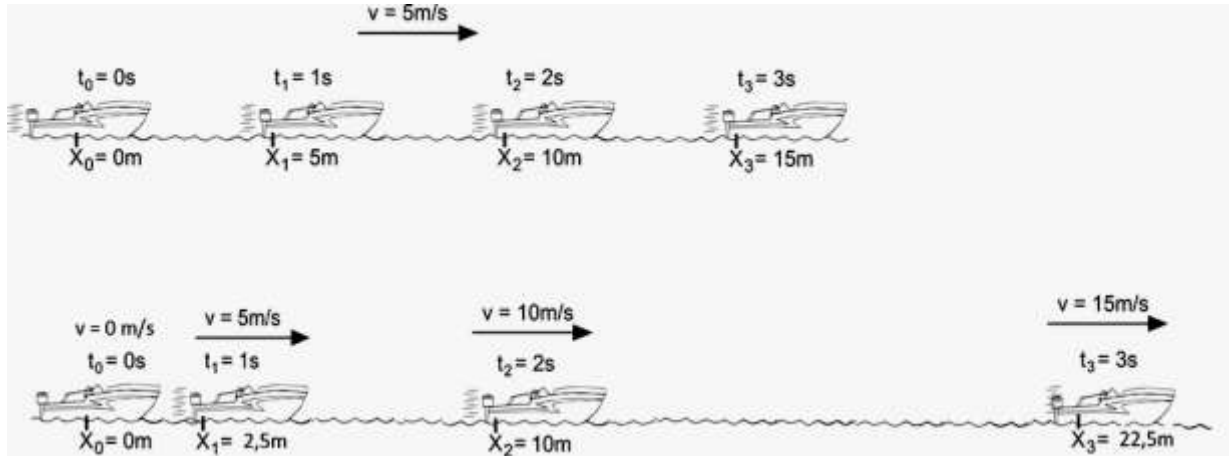


Fig 3.11 (a): Lancha em movimento com velocidade constante de $5m/s$ e aceleração igual a zero.

Fig 3.11 (b): Lancha em movimento com aceleração constante de $5 m/s^2$.

Por outro lado, se o piloto da lancha desejar diminuir a velocidade, ela vai precisar imprimir uma aceleração negativa na lancha. Isso pode ser conseguido, por exemplo, revertendo o movimento das hélices na água.

No exemplo da lancha em questão em movimento com aceleração positiva, onde o referencial escolhido foi o píer, já discutimos que a determinação da **posição** nos fornece a informação sobre a distância em que a lancha se encontra do píer, em um determinado momento. Como ela está em movimento, então, a **velocidade** nos informará como a posição está mudando, a cada momento. Por fim, numa situação em que a velocidade está mudando, é a **aceleração** que nos permitirá conhecer como será esta mudança, a cada momento.

P7: Após essa discussão, você saberia responder por que precisamos conhecer a **ACELERAÇÃO** de um corpo? Pense novamente no exemplo do míssil.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: center;"> <p>Como você está se sentindo hoje?</p> </div> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Resumindo o que já foi discutido no exemplo no míssil, a posição nos informa a localização do míssil, e a velocidade nos informa como a posição está mudando, em um determinado instante.</p> <p>No caso de um movimento em que a velocidade está variando em relação ao tempo, o sistema de navegação precisa determinar o valor dessa variação, que é definido como sendo a aceleração. Este valor vai determinar como a velocidade está variando. Por sua vez, irá definir como a posição está mudando, quando se define a trajetória do míssil.</p> <p>Portanto, na quase totalidade dos movimentos que observamos em nosso dia a dia, precisamos conhecer os valores das variáveis aceleração, velocidade e posição, para que possamos descrever com precisão a trajetória que será descrita por um corpo.</p>
--	---



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 3.8 (EAMES) Suponha que uma lancha de salvamento patrulhe a costa marítima com uma velocidade de 20 km/h. Ao receber um chamado de socorro, verifica-se que, em 10s, a lancha atinge a velocidade de 128 km/h. Qual foi a aceleração média utilizada pela embarcação?

Dados:

Como 1 km/h corresponde a $\frac{1}{3,6}$ m/s

$$v_0 = 20 \text{ km/h}$$

$$v = 128 \text{ km/h}$$

$$\Delta v = v - v_0 = 128 - 20 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 20 \text{ s}$$

Resolução:

A aceleração da lancha é dada por $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, temos que:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30}{20} = \mathbf{1,5 \text{ m/s}^2}$$

Esse resultado indica que a cada segundo a velocidade da lancha sofre um aumento de 1,5 m/s.



“FAXINANDO” A FÍSICA

- 30- Supondo que uma lancha acelere de 0 a 60 km/h em 15 s, responda ao que se pede.
- Determine o valor da aceleração dessa lancha em km/h/s e, em m/s^2 .
 - Explique o significado físico desse resultado.
- 31- (Gualter 2007 – Adaptada) Suponha que, num instante ($t_1 = 2 \text{ s}$), uma lancha movia-se com uma velocidade escalar ($v_1 = 5 \text{ m/s}$). Num instante posterior ($t_2 = 10 \text{ s}$), movia-se com $v_2 = 37 \text{ m/s}$.
- Calcule sua aceleração escalar média entre t_1 e t_2 .
 - Pode-se garantir que o crescimento da velocidade escalar foi sempre o mesmo, em cada segundo?
- 32- (EAMES) O conceito de aceleração é importante no estudo dos movimentos. Assim, a aceleração de um móvel é de 2 m/s^2 , o que significa que
- o móvel percorre 2 m a cada segundo.
 - o móvel percorre 4 m a cada segundo.
 - a velocidade média do móvel é de 1 m/s.
 - a velocidade do móvel varia 2 m/s a cada segundo.
 - a velocidade do móvel aumenta 4 m/s a cada segundo.
- 33- (EAMES) Considerando que, numa lagoa, uma lancha se movimenta com uma velocidade de 36 km/h, aumentando sua velocidade para 72 km/h, em um intervalo de tempo de 10 s. A aceleração da lancha, em m/s^2 , é de
- 1000
 - 100
 - 10
 - 1
 - 0,1

Resumindo:

Quando o movimento de um corpo é um fenômeno de interesse, como é o caso do míssil para atingir um alvo ou, o de uma lancha para deslocar pessoas e equipamentos, necessitamos inicialmente ser capazes de descrever tais movimentos com precisão. Portanto, as grandezas físicas que nos permitem esta descrição, precisamente falando, são:

- ✓ **Posição:** O conhecimento desta grandeza nos informa qual a posição (localização) do corpo num determinado instante, em relação a algum referencial escolhido.
- ✓ **Velocidade:** O conhecimento desta grandeza nos informa como a posição do corpo está mudando num determinado instante, em relação a algum referencial escolhido.
- ✓ **Aceleração:** O conhecimento desta grandeza nos informa como a velocidade do corpo está mudando num determinado instante, em relação a algum referencial escolhido.

Nossa discussão até o momento enfatizou a definição destas grandezas físicas, destacando sua importância para o estudo dos movimentos dos corpos. Uma pergunta que se coloca agora é:



Considerando que um corpo esteja em movimento, como podemos determinar o valor destas três grandezas, a cada instante, em relação a algum referencial escolhido?

Antes de responder a esta questão, precisamos entender o conceito de **Força** e de **Soma de Forças**. Além disso, sua relação com estas três grandezas que descrevem o movimento.

4 - Introdução ao Conceito de Força

4.1 – Objetivos desta Seção

Ao final deste tópico, você deverá ser capaz de:

- ✓ Definir o conceito de Força e compreender seu caráter vetorial.
- ✓ Compreender o conceito de Soma de Forças.
- ✓ Verificar, através de um experimento com garrafa Pet, quais são as condições necessárias para que um submarino afunde ou flutue em um líquido.

4.2 – Conceito de Força

Força é um conceito intuitivo. Todos nós sabemos que, ao exercemos um esforço muscular para puxar ou empurrar um objeto, estamos lhe comunicando uma força. Isso pode ser observado quando praticamos uma competição de remo (Figura 4.1) ou, de cabo de guerra (Figura 4.2). Outra situação é o movimento de um barco à vela (Figura 4.3), devido à força que o vento faz ao bater na vela.



Fig 4.1: Em competições de remo, é necessário que cada membro da equipe acione os remos de forma coordenada e simultânea, para manter o barco em movimento e, com a maior velocidade possível. Fonte: *As Faces da Física de Carron*.



Fig 4.2: Em competições de Cabo de Guerra, é necessário que cada membro da equipe faça uma força no cabo (corda), também, de forma coordenada e simultânea, para puxar o conjunto (corda + adversários) e vencer a prova. Fonte: *As Faces da Física de Carron*.



Fig 4.3: O vento exerce uma força sobre a vela de uma embarcação. Fonte: *Curso de Física de Alvarenga*.

Ao aplicarmos uma força, podemos provocar também a deformação de um objeto, por exemplo, ao amassarmos uma garrafa plástica de água, estando vazia, ou, quando lançamos um carro contra um obstáculo. Sendo assim, como poderíamos estabelecer o conceito de **Força**?

INTENSIDADE DA FORÇA

É uma ação que pode mudar o estado de movimento de um corpo, ou seja, pode pará-lo ou colocá-lo em movimento. Pode também provocar a deformação do corpo.

A partir deste entendimento do conceito de Força, podemos observar que sua aplicação pode provocar o movimento em um corpo ou, então, fazê-lo parar. Portanto, a aplicação de uma força está diretamente relacionada com as **causas** do movimento.

Além disso, os conceitos de *posição*, *velocidade* e *aceleração*, discutidos anteriormente, estão diretamente relacionados com a **descrição** do movimento. Esta interpretação indica que existe uma relação entre as grandezas que descrevem o movimento e a grandeza que causa o movimento dos corpos. Essa relação é expressa pelas Leis de Newton, assunto que iremos abordar mais adiante. Porém, antes disso, discutiremos qual a unidade para Força no SI e também os quais os tipos de força que existem.

4.3 – Unidades de Força

Para medir qualquer grandeza, é necessário um instrumento e que seja adotada uma unidade de medida. O instrumento utilizado para medir uma força é o dinamômetro.



Você sabia que as balanças de molas, como certas balanças em farmácias, feiras livres ou açougues, são, na realidade, dinamômetros?

Mas o que é um dinamômetro. É um instrumento, conforme mostrado na Figura 4.4, que consiste em uma mola presa na vertical pela extremidade superior, com um gancho na extremidade inferior e uma escala. Ao sofrer a ação de uma Força a mola se alonga, juntamente, com um indicador. Este marca em uma escala a intensidade da força que está sendo medida.



Fig 4.4: Dinamômetro, aparelho utilizado para medir força. Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=19734>.

No caso da força, uma unidade escolhida por convenção entre os físicos, é o peso-padrão de um corpo (o quilograma-padrão), que se denomina 1 quilograma-força = 1 kgf.

Então, quando você sobe em uma balança na farmácia, está medindo seu peso. Se uma balança indica, por exemplo, “80 quilos”, isto significa que seu peso é de 80 kgf, isto é, você é atraído pela Terra com uma força de 80 kgf.

Outra unidade muito utilizada na medida de forças é 1 newton = 1 N.

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N}$$

Portanto, a força de 1 N equivale, aproximadamente, ao peso de um pacote de 100 gramas (0,1 kgf).

4.4 – Tipos de Força

Analisando as diversas situações onde podemos detectar que uma força está sendo aplicada em um corpo, podemos identificar dois tipos: forças de contato e forças de campo ou, de ação à distância. O que seriam, então, forças de contato?

FORÇAS DE CONTATO

São aquelas que aparecem quando existe o contato físico (das superfícies) entre dois ou mais corpos.

As competições de remo, cabo de guerra ou, o próprio vento batendo na vela de um barco são exemplos desse tipo de Força. Já sabemos o que é uma força de contato, então, o que seriam, forças de campo?

FORÇAS DE CAMPO OU DE AÇÃO À DISTÂNCIA.

São aquelas que aparecem como resultado da interação entre dois ou mais corpos, sem a necessidade de haver contato entre eles.

Um dos exemplos mais marcantes onde esta ação ocorre está na força de atração que a Terra exerce sobre todos os corpos que estão em sua proximidade, incluindo nossos próprios corpos. Se uma pessoa está em cima de uma cadeira, sendo esta subitamente retirada, a pessoa cai. Isso ocorre, pois a Terra está atraindo a pessoa para o seu centro, mesmo sem estar em contato com ela. Esta força de atração da Terra sobre os corpos é denominada de **Força-Peso**. Ela atua também em submarinos, navios, lanchas, aviões e em todos os demais corpos existentes no Universo. No entanto, a intensidade do seu efeito depende da distância em que o corpo se encontra em relação à Terra.

Outros exemplos desse tipo de força são as forças elétrica e magnética. Estas são responsáveis pela coesão da matéria à nossa volta. A diferença entre a dureza do aço, a plasticidade da borracha e a

maciez do algodão se deve à forma como essas forças agem no interior da matéria, agrupando os átomos e as moléculas. Talvez você não saiba que sua mão só não penetra no interior dessa apostila porque a superfície mais externa do seu corpo é repelida eletricamente pela superfície mais externa das folhas de papel. As forças elétrica e magnética têm a mesma natureza e ambas são causadas pela carga elétrica. Elas podem ser descritas conjuntamente e, nesse caso, recebem o nome de força eletromagnética. Para que você tenha uma melhor ideia sobre a existência destas forças, vamos realizar algumas experiências bem simples.



USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR...

Experimento 1: Força de atração gravitacional - Bloco e Dinamômetro.

Este experimento permite constatar que existe uma força de atração atuando em um bloco, proveniente da atração gravitacional da Terra.

- ✓ Primeiramente, pegue o dinamômetro sem nenhum objeto preso a ele. Se ele estiver calibrado, o ponteiro deverá indicar uma força igual à zero.
- ✓ Em seguida, pendure o bloco no Dinamômetro, conforme ilustrado na Figura 4.5, e anote o valor da força indicado pelo referido instrumento.

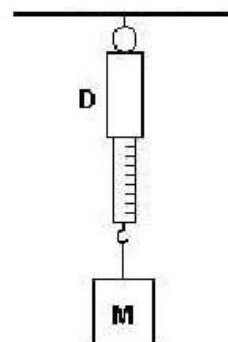



Fig 4.5: Dinamômetro, com um bloco.



P8: Por que a mola do Dinamômetro sofreu uma deformação?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Devido à força de atração gravitacional atuando entre o bloco e a Terra, ela é transferida para o Dinamômetro. Portanto, a força gravitacional existe.</p> <p>Note que o Dinamômetro possui uma mola em seu interior. Se ela sofreu uma deformação quando o bloco foi pendurado, é porque ele lhe está aplicando uma força.</p>
--	---

Experimento 2: Força magnética – Entre um ímã e um clipe de papel.

Este experimento permite constatar que existe uma força de atração atuando no clipe de papel, proveniente da atração magnética do ímã.

- ✓ Primeiramente, posicione o clipe distante do campo magnético do ímã.
- ✓ A seguir, vá aproximando lentamente o ímã do clipe, conforme ilustrado na Figura 4.6, e observe o momento em que ambos se atraem.

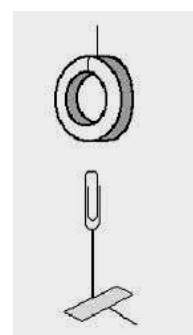



Fig 4.6: Força magnética entre um ímã e um clipe de papel.



P9: Por que ambos se atraem?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p> 	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Devido à força de atração magnética atuando entre o ímã e o clipe, o que comprova sua existência. Essa força existe, mesmo quando eles estão distantes. Mas é tão pequena que não pode ser detectada. À medida que vamos aproximando os dois, ela vai se tornando cada vez maior, até poder ser observada, com o movimento de um em direção ao outro.</p>
---	---	---

Experimento 3: Força elétrica – Entre pente de cabelo e pedaços de papel.

Este experimento permite constatar que existe uma força de atração atuando nos pedaços de papel, proveniente da atração elétrica promovida pelo pente atritado no cabelo.


- ✓ Primeiramente, posicione pedaços de papel sobre a mesa.
- ✓ Em seguida, atrite o pente/cano de PVC em seu cabelo ou com uma toalha de papel e, logo após, aproxime-o dos pedaços de papel sobre a mesa, observando a atração entre eles, conforme ilustrado na Figura 4.7.



Fig 4.7: Força elétrica entre o pente eletrizado e pedaços de papel. Retirado do site: <http://www.virtual.ufc.br>



P10: Por que ambos se atraem?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p> 	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Devido à força de atração elétrica atuando entre o pente/cano de PVC e os pedaços de papel. Essa força existe, mesmo quando eles estão distantes. Mas é tão pequena que não pode ser detectada. À medida que vamos aproximando os dois, ela vai se tornando cada vez maior, até poder ser observada, com o movimento dos pedaços de papel.</p>
--	---	--

4.5 – Caráter Vetorial da Força

Vamos analisar um pouco mais os efeitos da aplicação de uma força em um corpo. Considere que você esteja aplicando uma força vertical de cima para baixo em uma mesa. O que acontece com a mesa? Em geral, nada! Aplique agora essa mesma força de baixo para cima. O que acontece? A mesa pode ser levantada. E, caso aplique essa mesma força horizontalmente, da esquerda para direita, ou vice-versa, a mesa poderá se deslocar para um lado e para outro.

Este exemplo simples mostra que uma força de mesma intensidade pode ou não provocar movimento em um corpo. Assim, para sabermos os reais efeitos da aplicação de uma força em um corpo, além de

saber sua **intensidade**, é necessário, ainda, informar a **direção** e o **sentido**. Com base no exemplo da mesa, cujo esquema está mostrado na Figura 4.8, situações possíveis de serem analisadas seriam:

- ✓ Uma força de 100 N (aproximadamente o peso de um corpo de massa 10 kg) aplicada verticalmente, de cima para baixo.
- ✓ Uma força de 100 N aplicada verticalmente, de baixo para cima.
- ✓ Uma força de 100 N aplicada horizontalmente, da direita para a esquerda.

Portanto, quando precisamos caracterizar completamente uma força, devemos informar a **intensidade** (100 N, no exemplo anterior).

Além disso, a **direção** (no exemplo anterior, pode ser vertical ou horizontal) e o **sentido** (de cima para baixo e, vice-versa, ou, da esquerda para a direita e, vice-versa, também com base no exemplo anterior).

Existe uma ferramenta matemática que nos permite representar, graficamente, essas informações de uma maneira muito simples e precisa que é o **vetor**. Sua representação geométrica consiste de uma flecha AB, onde seu comprimento representa o **módulo** da força. O ângulo que ela faz com uma linha horizontal (em geral, usamos o eixo x de um sistema coordenado cartesiano) representa a **direção**, e seu **sentido** é determinado pela seta na ponta da flecha, conforme ilustrado na Figura 4.9.

No exemplo da mesa, na Figura 4.8, o tamanho da flecha representa sua intensidade ou **módulo** de 100N. A **direção** é vertical, pois forma um ângulo reto com o eixo horizontal. Já o **sentido** é de cima para baixo, conforme indicado pela ponta da seta.

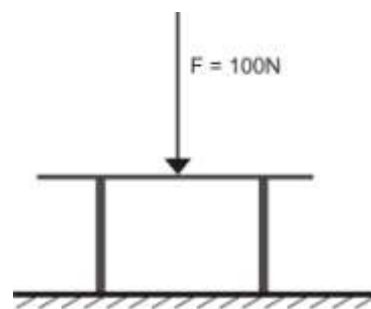


Fig 4.8: Força de intensidade igual a 100 N, aplicada na direção vertical e no sentido de cima para baixo.

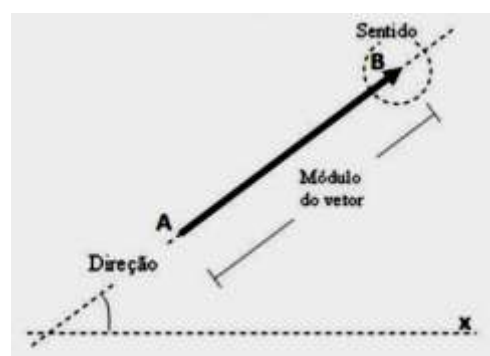


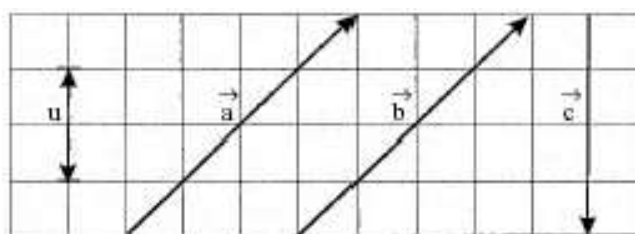
Fig 4.9: Representação gráfica de um vetor.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.1 (UNIFESP SP/2002 - Adaptada) Na figura abaixo estão representados os vetores \vec{a} , \vec{b} e \vec{c} . Sendo u a unidade de medida do módulo desses vetores, responda ao que se pede.

- a) Determine o módulo de cada um dos vetores.
- b) Determine a direção e o sentido de cada um dos vetores.
- c) Quais vetores apresentam o mesmo módulo, direção e sentido?



Resolução:

- a) Podemos perceber que o módulo do vetor \vec{a} é igual ao do vetor \vec{b} , pois eles têm o mesmo comprimento:

O módulo desses vetores pode ser obtido aplicando o Teorema de Pitágoras ao triângulo de lados iguais a $4u$. Portanto, temos que: $a = b = \sqrt{(4u)^2 + (4u)^2} = \sqrt{32u^2} = 4u\sqrt{2}$.

b) Os vetores \vec{a} e \vec{b} também têm a mesma direção e sentido, ou seja, direção inclinada e sentido de baixo para cima. Já o vetor \vec{c} apresenta a direção vertical e o sentido de cima para baixo.

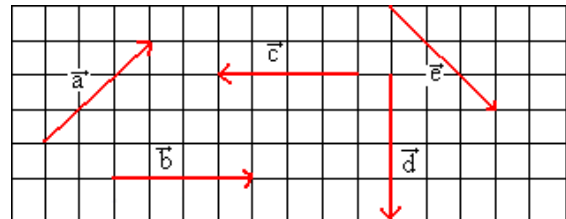
c) Os vetores \vec{a} e \vec{b} são iguais, pois apresentam mesmo módulo, direção e sentido.



“FAXINANDO” A FÍSICA

34- Observe a figura e responda ao que se pede.

- Quais vetores estão na mesma direção?
- Existem dois ou mais vetores iguais?
- Quais vetores são perpendiculares?



A partir da discussão a respeito das forças, é possível observar que existe uma diferença entre **grandezas vetoriais** e **não vetoriais**. As grandezas **não vetoriais**, também chamadas de **grandezas escalares**. O tempo é um exemplo de grandeza escalar, pois não é necessário informar direção e sentido. O volume de um corpo também, pois fica totalmente definido quando informamos apenas seu valor.

Assim, para diferenciar estes dois tipos de grandezas, vamos utilizar uma seta sobre a letra que representa uma grandeza vetorial.

- ✓ \vec{F} : lê-se vetor F , significando que para determinar esta grandeza é necessário informar **módulo, direção e sentido**.

Quando a letra aparecer sem a seta, representará apenas o **módulo** (intensidade) da grandeza.

- ✓ F : o módulo do vetor-força.
- ✓ t : o tempo, que é essencialmente uma grandeza escalar.
- ✓ V : o volume de um corpo, que também é essencialmente uma grandeza escalar.

4.6 – Caráter vetorial da Posição, Velocidade e Aceleração.

Retomemos o exemplo da lancha ilustrado na Figura 3.5. Lembra-se deles? Suponhamos, agora, que Pedro tivesse saído com a lancha, e João o estivesse observando do píer como ilustrado na figura 4.10. Imagine que alguém pergunte por Pedro para o João. João responde que ele saiu de lancha, em linha reta, para um passeio até uma ilha que fica situada a 5 km do píer. Você olhando à volta, naturalmente, perguntaria: 5 km? Mas, em que **direção** fica essa ilha? João informa que ela fica paralela à plataforma do píer. Surge, então, outra dúvida: no **sentido** Sul-Norte, ou vice-versa?

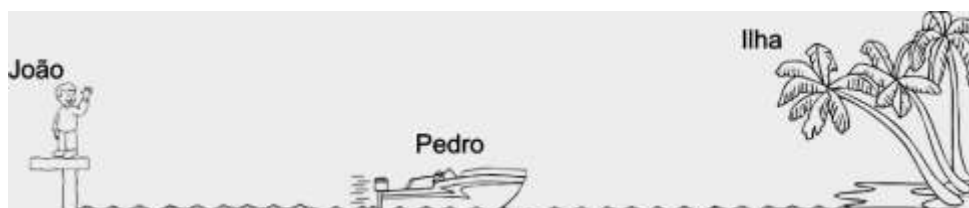


Fig 4.10: Representação da **posição** da lancha em relação a um observador no pier.

Portanto, se desejamos informar a **posição** de um corpo em relação a um determinado referencial, é necessário informar a distância até o referencial, ou seja, o módulo, e também a direção e o sentido. Esta situação ilustra que a posição também é uma **grandeza vetorial**.

Pensando em outro momento, imagine que alguém pergunte novamente a João. Onde Pedro está? Ele responde dizendo que Pedro saiu com a lancha a 30 km/h conforme ilustrado na Figura 4.11. Você olhando à volta, naturalmente, perguntaria: mas em que direção e sentido ele saiu? João informa que foi na direção perpendicular à ilha. Por essa informação, podemos concluir que ele não estaria indo para a ilha do exemplo anterior! Esta situação ilustra que a velocidade posição também é uma **grandeza vetorial**.

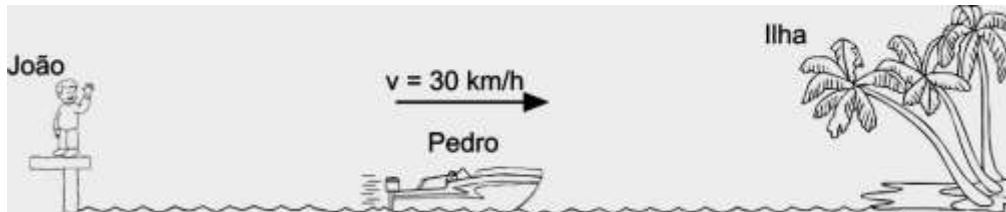


Fig 4.11: Representação da **velocidade** de uma lancha em relação a um observador no pier.

O mesmo pode ser dito para a aceleração, que também é uma **grandeza vetorial**.

4.7 – Operações com Grandezas Vetoriais

Para que você entenda o processamento de operações com as chamadas Grandezas Vetoriais, relembre a situação do cabo de guerra, listrada na Figura 4.1. Quando as duas equipes possuem aproximadamente a mesma capacidade física, o resultado final pode ser um empate. Esquemáticamente, esta situação pode ser representada por uma força apontando para a direita e outra para a esquerda, resultando em uma soma nula. No entanto, se uma equipe for mais forte que a outra a soma poderá ser não nula, e o resultado final pode ser encontrado subtraindo uma força da outra. Vamos fazer uma mesma análise, só que agora utilizaremos outra grandeza vetorial: a velocidade.

? Se Pedro estivesse pilotando sua lancha a 12 km/h em um rio, a favor da correnteza de 9 km/h, conforme mostrado na Figura 4.12, qual seria sua velocidade final em relação a margem do rio?

As duas velocidades se somam, de modo que o resultado final seria de 21km/h.

Se ele resolver retornar, deverá navegar contra a correnteza, conforme mostrado na Figura 4.13. As velocidades iriam se subtrair e o valor final em relação à margem do rio seria de 3km/h.

Quando as grandezas vetoriais possuem mesma direção e sentido ou sentidos contrários, as operações matemáticas se resumem a operações de soma e subtração.

No entanto, tais operações de soma de vetores possuem regras próprias quando os vetores não possuem a mesma direção. Para ilustrar, vamos considerar o caso em Pedro resolve navegar em uma direção perpendicular à correnteza do rio, conforme ilustrado na Figura 4.14. Nestas condições, qual seria a velocidade resultante do barco?

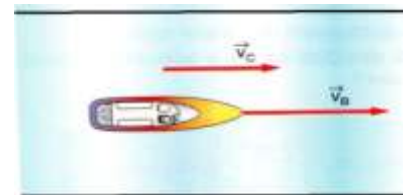


Fig 4.12: Barco descendo o rio. (Fonte: Curso de Física, Alvarenga, com adaptações).

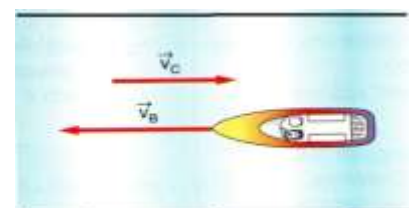


Fig 4.13: Barco subindo o rio. (Fonte: Curso de Física, Alvarenga, com adaptações).

Deslocando o vetor v_b para a direita da figura, obtemos um triângulo retângulo, sendo a velocidade resultante a hipotenusa do triângulo. Assim, pelo teorema de Pitágoras, podemos determinar o valor da velocidade resultante, que será de 15 km/h. Observe que, nesta situação em que os dois vetores velocidade não possuem a mesma direção, a soma das velocidades não segue as mesmas regras que a simples soma ou subtração de dois números!

Percebemos que as operações com a Grandeza Vetorial velocidade podem ser utilizadas para qualquer outra grandeza vetorial seja ela Força, Posição, Aceleração, etc.

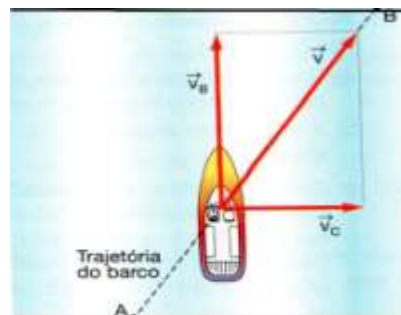
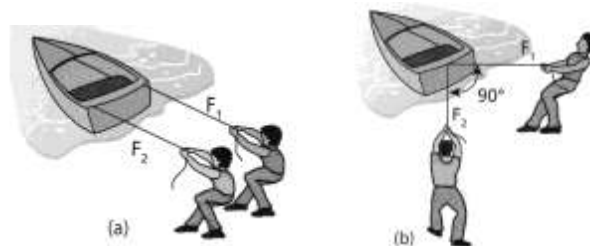


Fig 4.14: Barco se movendo na direção perpendicular à da correnteza do rio. (Fonte: Curso de Física, Alvarenga, com adaptações).



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.3 (EAMES) Os esquemas mostram um barco de massa 200 kg sendo retirado do mar por dois marinheiros. Em (a), são usadas cabos, que transmitem ao barco forças paralelas de intensidades F_1 e F_2 . Em (b), são aplicadas também F_1 e F_2 , usando-se cabos inclinados de 90° . Sabe-se que F_1 e F_2 têm intensidades iguais, respectivamente, a 300 N e 400 N. Determine, em cada caso, a soma das forças a que o barco está submetido.



Resolução:

- a) Nesse caso (a), as forças aplicadas ao barco apresentam a mesma direção e sentido. A resultante é obtida pela soma aritmética das forças F_1 e F_2 . Portanto, $R = 300 + 400 = 700 \text{ N}$.
- b) Nessa situação (b), como as forças F_1 e F_2 são perpendiculares a resultante é obtida pelo Teorema de Pitágoras, $R = \sqrt{(400)^2 + (300)^2} = \sqrt{250000} = 500 \text{ N}$.

R 4.4 - (UESC BA 2008 – Adaptada) Um barco desloca-se 40,0km, na direção Norte-Sul, indo do Sul para o Norte. Em seguida, passa a percorrer 30,0km, na direção Leste-Oeste, dirigindo-se do Leste para o Oeste. Nessas condições, quanto mede o módulo do vetor-deslocamento, em km?

Resolução:

Nessa situação, as direções são perpendiculares o vetor deslocamento é obtida pelo Teorema de Pitágoras, $R = \sqrt{(40)^2 + (30)^2} = \sqrt{2500} = 50 \text{ N}$.

R 4.5 (UFPA 2007 – Adaptada) Um barco navega ao longo do rio Guamá numa velocidade constante, na mesma direção e, no mesmo sentido da correnteza do rio. Um pesquisador, à margem do rio, mede a velocidade da correnteza das águas com módulo v_c . Pretende determinar a velocidade do barco em relação à margem, mas não consegue atingir seu objetivo. De que informação ele precisaria para realizar a tarefa?

Resolução:

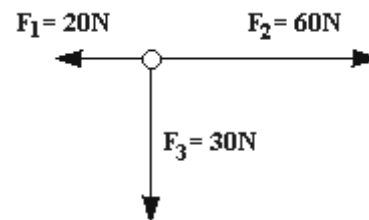
Conhecer o módulo da velocidade do barco em relação à correnteza para somá-lo à velocidade v_c .



“FAXINANDO” A FÍSICA

- 35- Determine a intensidade da força resultante de duas forças de intensidade $F_1 = 40\text{ N}$ e $F_2 = 30\text{ N}$, representando, através de um desenho, a soma vetorial em cada caso, se as duas forças tiverem
- a mesma direção e o mesmo sentido.
 - a mesma direção, mas, sentidos contrários.
 - direções perpendiculares.
 - represente, através de um desenho, a força resultante em cada caso.

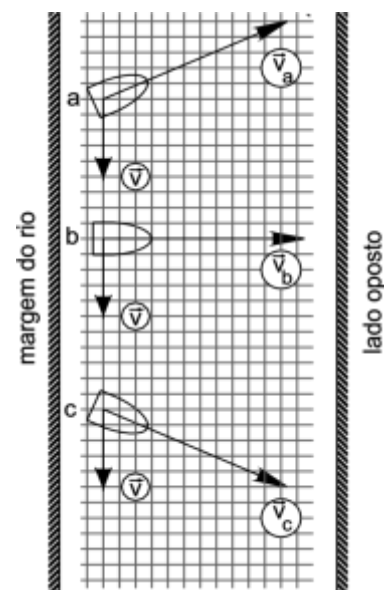
- 36- (UFAL) Uma partícula está sob a ação das forças coplanares, conforme mostrado no esquema ao lado. A soma vetorial das forças que atuam na partícula tem intensidade, em N, igual a



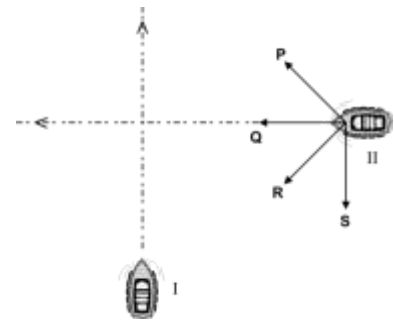
- 100
- 70
- 60
- 50
- 30

- 37- (UEM PR 2009 – Adaptada) Sabendo que as velocidades \vec{V}_a , \vec{V}_b e \vec{V}_c respectivamente, referentes a três canoas a, b e c, em relação à água, têm o mesmo módulo, e que a velocidade da água, em relação à margem, é \vec{V} , assinale V para verdadeiro e F para falso nas opções abaixo.

- Se partirem juntas, a canoa **a** atinge o lado oposto do rio antes da canoa **b**.
- Para atravessar o rio, a canoa **a** percorre um espaço menor que a canoa **b**.
- O módulo da velocidade resultante da canoa **a** é maior que o módulo da velocidade resultante da canoa **b**.
- O módulo da velocidade resultante da canoa **b** é maior que o módulo da velocidade resultante da canoa **c**.
- Para atravessar o rio, a canoa **b** percorre um espaço menor que a canoa **c**.



- 38- (UFMG 2007) Dois barcos – I e II – movem-se, em um lago, com velocidade constante, de mesmo módulo, como representado nesta figura ao lado. Em relação à água, a direção do movimento do barco I é perpendicular à do barco II, e as linhas tracejadas indicam o sentido do deslocamento dos barcos. Considerando essas informações, é CORRETO afirmar que a velocidade do barco II, medida por uma pessoa que está no barco I, é mais bem representada pelo vetor



- (A) P (B) Q (C) R (D) S
- 39- (UNIFICADO RJ 1996) Considere um helicóptero movimentando-se no ar em três situações diferentes:
- I. Subindo verticalmente, numa velocidade constante.
 - II. Descendo verticalmente, numa velocidade constante.
 - III. Deslocando-se horizontalmente para a direita, numa velocidade constante.
- A soma das forças exercidas pelo ar sobre o helicóptero, em cada uma dessas situações, é corretamente representada por:

	I	II	III
a.	↑	↑	↑
b.	↑	↓	→
c.	↓	↑	←
d.	↓	↑	→
e.	↓	↓	↓

- 40- (EAMES – Adaptada) A respeito das grandezas físicas escalares e vetoriais, analise as afirmativas abaixo.
- I. As escalares ficam perfeitamente definidas, mediante um valor numérico, acompanhado da respectiva unidade de medida.
 - II. As vetoriais, além de exigirem em sua definição um valor numérico, denominado módulo ou, intensidade, acompanhado da respectiva unidade de medida, requerem, ainda, uma direção e um sentido.
 - III. Velocidade, área, volume, tempo e massa são exemplos de grandezas escalares.
 - IV. Deslocamento, aceleração e força são exemplos de grandezas vetoriais.

Assinale a opção correta.

- (A) As afirmativas I e II são verdadeiras.
- (B) As afirmativas I e III são verdadeiras.
- (C) As afirmativas III e IV são verdadeiras.
- (D) As afirmativas I e IV são verdadeiras.
- (E) As afirmativas I, II e IV são verdadeiras.

- 41- (UDESC 2011) Considere as seguintes proposições sobre grandezas físicas escalares e vetoriais.
- I. A caracterização completa de uma grandeza escalar requer tão somente um número seguido de uma unidade de medida. Exemplos dessas grandezas são o peso e a massa.
 - II. O módulo, a direção e o sentido de uma grandeza caracterizam-na como vetor.
 - III. Exemplos de grandezas vetoriais são a força, o empuxo e a velocidade.
 - IV. A única grandeza física que é escalar e vetorial ao mesmo tempo é a temperatura.

Assinale a alternativa correta.

- (A) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
 - (B) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
 - (C) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
 - (D) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
 - (E) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- 42- (UFRN 2008 – Adaptada) Considere que um navio esteja se deslocando diretamente do Atol das Rocas para o Cabo de São Roque e que, entre esses dois pontos, exista uma corrente oceânica dirigida para Noroeste. Na figura ao lado, \vec{V}_R e \vec{V}_C são vetores de módulos iguais que representam, respectivamente, a velocidade resultante e a velocidade da corrente oceânica em relação à Terra. Dentre os vetores apresentados a seguir, indique aquele que **melhor representa** a velocidade \vec{V}_T com que o navio deve navegar, de modo que a resultante dessa velocidade seja \vec{V}_C e \vec{V}_R .



- 43- (FATEC SP 1992 – Adaptada) Supondo que uma lancha percorre 6,0 km para o norte e, em seguida, 8,0 km para o leste, determine a intensidade do vetor posição, em relação ao ponto de partida.
- 44- (MACK SP 2012) Um avião, após deslocar-se 120 km para nordeste (NE), desloca-se 160 km para sudeste (SE). Sendo um quarto de hora o tempo total dessa viagem, qual o módulo da velocidade vetorial média do avião, nesse tempo?

4.8 – Relação entre Força e Movimento

Após a discussão sobre os tipos de forças e do seu caráter vetorial, voltemos à questão colocada no final da Seção 3, na página 38, sobre como determinar as grandezas que descrevem o movimento de um corpo, que são: a **posição**, a **velocidade** e a **aceleração**. No início da seção 4, constatamos que existe uma relação entre a aplicação de forças e o respectivo movimento de um corpo. Para buscar um melhor entendimento desta relação, vamos nos concentrar na análise do movimento de algum objeto do contexto naval. Utilizaremos um submarino como exemplo.

P11: Você conhece as forças que atuam em um submarino? Utilize a Figura da esquerda para representar as forças que atuam no submarino, considerando que o mesmo esteja em repouso, parcialmente submerso, na direção vertical e horizontal.

<p>Faça o seu desenho das forças aqui.</p>  <p>Como você está se sentindo hoje?</p> 	<p>Caso necessário, faça correção do seu desenho aqui.</p> 
--	---

P12: Caso o mesmo submarino esteja, parcialmente submerso, só que agora, se movendo para frente com velocidade horizontal constante. Utilize a Figura da esquerda para representar as demais forças atuando nessa nova situação.

<p>Faça o seu desenho aqui.</p>  <p>Como você está se sentindo hoje?</p> 	<p>Caso necessário, faça correção do seu desenho aqui.</p> 
--	--

Agora vamos fazer um experimento que permite reproduzir o movimento do sobe e desce de um submarino construído de Garrafa PET, dentro de um recipiente contendo água.



USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR...

Experimento 4: Submarino de Garrafa Pet

Caso você ainda não disponha desta montagem experimental, siga os passos abaixo para montar o submarino de garrafa PET.

- ✓ Faça alguns furos em uma garrafa PET de 600 ml. Utilize borracha de dinheiro para prender as moedas na parte externa da garrafa.
- ✓ Acople um pedaço de mangueira em um balão de festa, e o insira dentro da garrafa PET. Fixe a mangueira na boca da garrafa com fita isolante. A montagem deve ficar conforme mostrado na Figura 4.15.

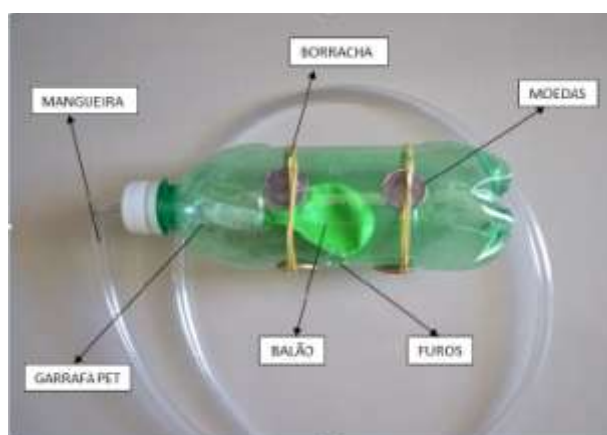




Fig 4.15: Foto do submarino construído com Garrafa Pet.

Após preparar a montagem, proceda da seguinte forma:

- ✓ Sopre a extremidade da mangueira e utilize o dedo, fechando a extremidade da mangueira, impedindo que o ar escape do balão.
- ✓ Agora, coloque o “Submarino” na superfície da água.
- ✓ Deixe o ar escapar lentamente e observe o que acontece.
- ✓ Sopre lentamente a extremidade da mangueira e observe o que acontece.
- ✓ P13: Anote todas as suas observações no quadro abaixo.

Escreva sua resposta aqui.	

? P14: Baseado em suas observações, explique por que o submarino executa o movimento de sobe e desce quando se controla o volume de ar dentro do balão?

Escreva sua resposta aqui. <div style="text-align: right; margin-top: 5px;">  </div>	Caso necessário, corrija sua resposta aqui. Isso ocorre, pois, variando o volume do balão, variamos o volume do líquido deslocado, alterando o valor da força de Empuxo. Quando ela se torna menor que a força-peso, o submarino sobe, e vice-versa.

A força de Empuxo aparece toda vez que mergulhamos, total ou parcialmente, um corpo em um fluido. É possível verificar que o fluido exerce sobre o corpo uma força de sustentação, isto é, uma força dirigida para cima, que tende a impedir que o corpo afunde no fluido. Você já deve ter percebido a existência dessa força ao tentar mergulhar, na água, por exemplo, um pedaço de madeira. É também essa força que faz com que a pedra pareça mais leve quando imersa na água ou, em outro líquido qualquer.

Vamos tentar entender melhor o comportamento desta força. Para isso, vamos realizar outro experimento simples.

Experimento 5: Força de Empuxo

Este experimento nos permite constatar a existência da **Força de Empuxo** e relacionar o seu valor com o volume do líquido deslocado.

- ✓ Coloque uma grande quantidade de esferas/porcas de metal e água dentro de um recipiente de vidro ou de plástico, pendure-o no dinamômetro, faça a leitura no Dinamômetro e anote o valor do peso do recipiente.
- ✓ A seguir, mergulhe o recipiente na vasilha contendo água, conforme indicado na Figura 4.16. Faça a nova leitura no Dinamômetro e anote peso do recipiente nessa nova situação.

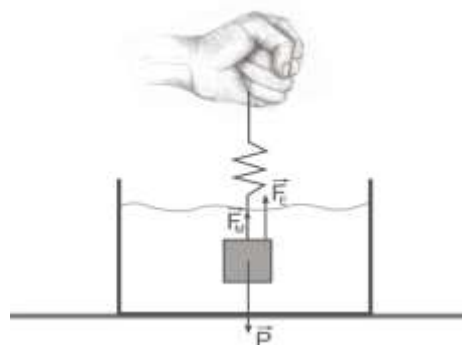



Fig 4.16: Forças que atuam em um corpo imerso na água.


P15: Escreva suas anotações aqui.

Peso do recipiente fora da água. _____

Peso do recipiente, totalmente mergulhado na água. _____



? P16: Ao comparar os dois valores encontrados, o que você observa? Como você explicaria isso?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>  _____ _____ _____ _____	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Os valores são diferentes.</p> <p>A diferença se deve à existência da força de empuxo que aparece toda vez que um objeto é mergulhado no fluido.</p>
---	--


Vamos agora ver o que ocorre com o valor dessa força, se diminuirmos o peso do objeto.

- ✓ Com o recipiente fora da água, retire um pouco da água de dentro do recipiente de vidro e meça o peso.
- ✓ Mergulhe, novamente, o recipiente na vasilha com água e anote o novo peso.


P17: Escreva suas anotações aqui.

Peso do recipiente fora da água. _____

Peso do recipiente, totalmente mergulhado na água. _____



? P18: Ao comparar os dois valores encontrados, o que você observa? Como você explicaria isso?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>  _____ _____ _____ _____	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Os valores são diferentes.</p> <p>A diferença se manteve constante, embora o peso do objeto tenha se modificado.</p>
---	--


Vamos agora ver o que ocorre com o valor dessa força, refazendo os dois procedimentos anteriores com um recipiente maior.

- ✓ Meça o peso desse novo recipiente contendo as esferas/porcas e água.
- ✓ Mergulhe novamente o recipiente na vasilha contendo água e anote o novo peso.
- ✓ Retire um pouco de água ou esferas de dentro recipiente de vidro e meça o peso.
- ✓ Mergulhe, novamente, o recipiente na vasilha contendo água e anote o novo peso.


P19: Escreva suas anotações aqui.

Peso do recipiente fora da água. Com muitas esferas/água _____. Com poucas esferas/água _____.

Peso do recipiente, totalmente mergulhado na água. Com muitas esferas/água _____. Com poucas esferas/água _____.




? P20: A partir dos valores anotados e das observações realizadas, o que você concluiu sobre as características da força de empuxo?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Os resultados mostram que a força de empuxo NÃO depende do peso do objeto.</p> <p>Ela está diretamente relacionada com o TAMANHO do objeto. Na verdade, pode ser mostrado que ela está diretamente relacionada com o VOLUME de líquido deslocado pelo objeto.</p>
--	--

Este experimento pode ser realizado, utilizando-se outros líquidos de diferentes densidades. Os resultados nos mostram que, além da dependência da força de empuxo com o **volume de líquido deslocado** pelo corpo, ela também está diretamente relacionada com a **densidade do líquido** ao qual o corpo está mergulhado.

No entanto, com os resultados encontrados até o momento, já é possível compreender porque o submarino pode afundar ou flutuar, controlando a quantidade de água nos tanques de lastro.

? P21: Qual seria a sua explicação sobre este fenômeno?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>O tamanho do submarino é sempre o mesmo. Assim, se o submarino estiver totalmente mergulhado, a força de empuxo recebida será sempre a mesma. Um sistema de válvulas e ar comprimido são os responsáveis por fazer a água do mar “entrar ou sair” dos tanques de lastro.</p> <p>Enquanto o peso do submarino for menor que o empuxo máximo disponível, ele irá flutuar.</p> <p>Quando o peso total do submarino se tornar maior que a força de empuxo, ele irá afundar.</p> <p>Quando a força peso se torna igual à força de empuxo, o submarino tenderá a ficar como está. Se ele estiver parado, vai permanecer parado onde está (no fundo ou na superfície). Se ele estiver descendo ou subindo, vai permanecer com velocidade constante (descendo ou subindo).</p>
---	--

Como podemos então definir a Força de Empuxo?

CONCEITO DE FORÇA DE EMPUXO

Empuxo é uma força vertical, de baixo para cima, que surge toda vez que colocamos um corpo em um líquido.

Retomando a questão da relação entre a ação de forças em um corpo e o movimento que ele adquire, vamos usar um simulador de movimento de um submarino, utilizando o *Applet*¹, desenvolvido por Romero Tavares, coordenador do Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA), na Universidade da Paraíba em UFPB em 2009.

¹ Um *Applet* consiste de um software de pequeno porte que pode ser executado através de navegadores de internet, tais como, Firefox, Internet Explorer ou Chrome, entre outros.



USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR...

Realizando a 1ª Simulação: Simulador do movimento de Submarino

A página inicial do NOA está apresentada na Figura 4.17 ao lado. Este *Applet* permite visualizar as forças que atuam em um submarino, bem como a variação dos seus valores. Isso ocorre à medida que alteramos a quantidade de água dentro dos tanques de lastro. Além disso, pode-se observar também o gráfico da **posição** e **velocidade** e o valor da **aceleração**.

A condição inicial do Simulador representa o submarino se movendo horizontalmente para frente, com velocidade constante.

Nestas condições, o painel disponível no lado direito, indica que o valor da **densidade** do submarino é de $0,5 \text{ g/cm}^3$. Mas o que é mesmo densidade?



Fig. 4.17: Tela inicial do applet que simula o movimento do Submarino.

CONCEITO DE DENSIDADE

Densidade **d** de um corpo é a quantidade de massa **m** do corpo dividida pelo seu volume **V**. Matematicamente temos que:

$$d = \frac{m}{V}$$

Note na definição acima, que densidade está diretamente relacionada com a massa e, conseqüentemente, com o peso do corpo.

Observe também no *display* do simulador, que o valor da **pressão** que atua no submarino tem valor igual a 1 g/cm^3 . Esse valor indica que ele está na superfície da água onde a pressão atmosférica é igual a 1 atmosfera. Mas o que é pressão?

CONCEITO DE PRESSÃO

É uma grandeza utilizada para expressar o valor de uma força aplicada em uma determinada área. Matematicamente:

$$p = \frac{F}{A}$$

Dessa relação vemos que a pressão é inversamente proporcional à área na qual a força é aplicada, ou seja, quanto menor a área, maior a pressão.

Suponhamos que você consiga apoiar 1 kg de arroz em uma área de 1 cm^2 , que é a área aproximada de uma moeda de 5 centavos. A pressão nessa área será de 1 kgf/cm^2 .

E pressão atmosférica? Qual o seu significado físico?

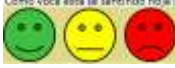
CONCEITO DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Assim como a água, o ar é um fluido que tem peso e por isso também exerce pressão sobre nosso corpo. Nossa atmosfera tem dezenas de quilômetros de extensão e a pressão que ela exerce sobre nós é denominada pressão atmosférica.

Podemos sentir sua variação quando subimos ou descemos uma serra, pois ela varia de acordo com a com a altitude. Quanto mais alto estamos, menor a pressão, pois menor é a quantidade de ar sobre nós. A pressão atmosférica, ao nível do mar, foi medida, através de um experimento, pelo físico italiano Evangelista Torricelli. Ele encontrou um valor da pressão atmosférica, ao nível do mar (altitude zero), igual a 76 cmHg. Esse valor corresponde a 1 atm (1 atmosfera) ou $1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ou também 1kgf/cm^2 . Essas unidades serão muito utilizadas no decorrer do nosso curso.

Convivemos sob a ação da pressão atmosférica e não refletimos sobre a magnitude do seu valor. Para que você tenha uma noção desse o quanto este valor é grande, se a mesa do professor possui 1000cm^2 , isso seria equivalente a apoiar 1.000kg sobre e mesma, o que é equivalente a 1 tonelada! E isso está realmente acontecendo!

P22: Mas, porque então a mesa não se quebra?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Porque, na verdade, a pressão atmosférica atua também de baixo para cima, anulando a força de cima para baixo.</p>
--	--

O submarino, como todos os corpos localizados na superfície da Terra estão submetidos a esse valor da pressão atmosférica. Só que, além disso, ele tem a capacidade de submergir na água, ficando submetido a uma pressão ainda maior. É por isso que ele possui um casco muito resistente, capaz de suportar grandes valores de pressão. Voltaremos a abordar esses dois conceitos com mais detalhes quando estudarmos a Hidrostática.


Conhecendo melhor esses dois novos conceitos, podemos utilizar, agora, o simulador:

- ✓ Nessa situação inicial do Simulador, represente, através de um desenho, todas as forças que atuam no submarino na vertical.
- ✓ P23: Clique na seta do simulador que indica vetores e verifique se o seu desenho das forças que atuam no submarno, coincide com o desenho apresentado no Simulador.

<p>Faça o seu desenho aqui.</p> <p>Como você está se sentindo hoje?</p>  	<p>Caso necessário, faça correção do seu desenho aqui.</p> 
---	---

- ✓ Clique no campo que indica as forças que atuam no submarino e deixe essa opção apagada.
- ✓ Agora, clicando no campo densidade, aumente o valor para 1. Observe que os tanques de lastro (representados através de um desenho à direita da tela do computador) começam a ser preenchidos com água do mar.

P24: Como você explica o que está acontecendo com a densidade do submarino e as Forças Peso e de Empuxo?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Com o aumento da densidade, a massa aumenta, pois</p> $d = \frac{m}{V} \quad \text{ou} \quad m = d * V$ <p>Note que o volume externo do Submarino não se altera.</p> <p>Isso faz com que a Força Peso do Submarino aumente.</p> <p>Ele afunda um pouco, deslocando um volume de água maior do que na situação anterior. Isso faz com que a Força de Empuxo também aumente.</p> <p>Como, no caso em estudo, os dois aumentos foram proporcionais, a soma total das forças permanece nula. Por isso o submarino permanece parado, ou seja, sua aceleração é nula e a velocidade também é nula.</p> <p>Esta situação também pode ser simulada com o experimento!</p>
--	---

- ✓ Clique novamente na seta do simulador que indica vetores. Observe que a representação das forças que coincide com a situação em que a densidade do submarino era $0,5 \text{ g/cm}^3$. Mas com um detalhe, os valores das forças de Empuxo e Peso do submarino aumentaram.


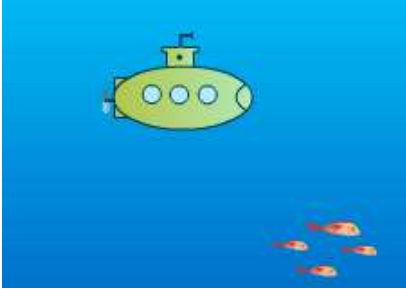
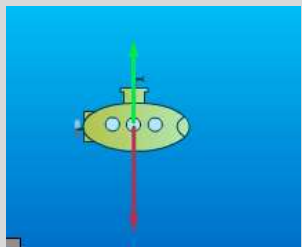
Vale ressaltar que estamos analisando somente o movimento ou repouso do submarino na direção vertical. Nas duas situações apresentadas até o momento, percebemos que mesmo com valores diferentes de densidades (iguais a 0,5 e a 1) o submarino permanece em Repouso na vertical e que a soma das forças que atuam na vertical também é igual a zero. Contudo, nem sempre quando a soma vetorial das forças que atuam é zero, o corpo se encontrará em repouso. Podemos ter outra situação em que a soma das forças é zero, mas o corpo se encontra em movimento. Essa ideia parece ser estranha, já que para nós, até agora, acreditávamos que só existe movimento se houver uma força atuando sobre o corpo.

Você sabe dizer o que ocorre com o corpo quando a soma das forças que atuam nele não é nula?


Para saber a resposta dessa pergunta vamos retomar ao Simulador do submarino para analisarmos essa nova situação. Para essa atividade:

- ✓ Clique no campo que indica as forças que atuam no submarino e deixe essa opção apagada.
- ✓ A seguir, clique no campo densidade no simulador e aumente a densidade para um valor maior que 1. Observe, nessa nova situação, o que acontece com o submarino e represente no desenho abaixo, todas as forças que atuam no submarino na vertical.
- ✓ Em seguida, clique na seta do simulador que indica vetores.


P25: A representação dos vetores, apresentada no simulador, coincide com o desenho que você acabou de representar na situação anterior?

Faça o seu desenho aqui.		Caso necessário, faça correção do seu desenho aqui.
		Não, a força peso agora apresenta um valor maior que a força de empuxo que atua no submarino.
		

P26: Escreva a direção e o sentido das Forças de Empuxo e da Força Peso que atuam no submarino.


Escreva sua resposta aqui.		Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.
_____ _____ _____		Empuxo: direção vertical e sentido para cima. Peso: direção vertical e sentido para baixo.

P27: Explique, novamente, o que está acontecendo com a densidade, com as Forças Peso e de Empuxo e o conseqüente movimento do submarino?


Escreva sua resposta aqui.		Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____		Nesta situação, os tanques de lastros ficam ainda mais cheios, fazendo com que a densidade do submarino fique maior do que 1 g/cm^3 , isso contribui com que o valor da força peso aumente. Note também que a força de empuxo não se altera, pois o submarino já deslocou o máximo volume possível, dado que ele já estava totalmente mergulhado. Portanto, a força peso torna-se maior do que a força de empuxo, fazendo com que a soma de forças tenha sempre um valor constante, mas diferente de zero.

✓ Por fim, repita o procedimento anterior para visualizar os gráficos da **profundidade** (que neste caso é a **posição** vertical do submarino) e **velocidade**.

P28: Explique, agora, o que está acontecendo com a posição vertical, com a velocidade e a aceleração.

Escreva sua resposta aqui.		Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.
_____ _____ _____ _____ _____		A soma de forças está apontando para baixo, com um valor constante e diferente de zero. Portanto, podemos observar que, em função do tempo, a aceleração permanece constante, a velocidade aumenta linearmente e a profundidade (posição vertical) aumenta não linearmente (na verdade, neste caso, aumenta quadraticamente).

- ✓ Quando o submarino estiver totalmente no fundo, clique no campo densidade no simulador e diminua a densidade para um valor menor que 1. Observe, nessa nova situação, o que acontece com o submarino e descreva abaixo o que está acontecendo com as forças peso e de empuxo e com a posição, velocidade e aceleração.

<p>P29: Escreva sua resposta aqui.</p>		<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p>
<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		<p>Nesta situação, os tanques de lastros ficam mais vazios, fazendo com que a densidade do submarino fique menor do que 1, fazendo com que a força peso diminua.</p> <p>Note também que a força de empuxo não se altera pois o submarino já deslocou o máximo volume possível, dado que ele já estava totalmente mergulhado.</p> <p>Portanto, a força peso torna-se menor que a força de empuxo, fazendo com que a soma de forças tenha sempre um valor constante mas diferente de zero.</p> <p>A exemplo que ocorreu com a situação anterior, a soma de forças agora está apontando para cima e antes era para baixo, com um valor constante e diferente de zero. Portanto, podemos observar que, em função do tempo, a aceleração permanece constante, a velocidade aumenta linearmente e a profundidade (posição vertical) diminui quadraticamente.</p>

A partir do Experimento 4, submarino de garrafa PET, e com os resultados obtidos através da utilização do simulador NOA, pudemos observar as seguintes situações envolvendo soma de forças e o movimento do submarino:

- ✓ Quando o submarino foi submetido a uma situação em que a soma de forças era nula (força peso = força de empuxo), como o submarino estava em repouso na vertical, ele permaneceu parado, ou seja, sua aceleração e velocidade permaneceram iguais a zero.
- ✓ Quando o submarino foi submetido a uma situação em que a soma de forças era diferente de zero (força peso > força de empuxo), mas com valor constante, o submarino iniciou um movimento de descida, ou seja, sua aceleração assumiu um valor constante diferente de zero e a velocidade começou a aumentar com o movimento descendente.
- ✓ Quando o submarino foi submetido a uma situação em que a soma de forças era diferente de zero (força peso < força de empuxo), mas com valor constante, o submarino iniciou um movimento de subida. Ou seja, sua aceleração assumiu um valor constante diferente de zero e a velocidade começou a aumentar com o movimento ascendente.

Podemos concluir que:

RELAÇÃO ENTRE SOMA DE FORÇAS E MOVIMENTO

Se a soma de forças que atua em um corpo for diferente de zero, então velocidade deste corpo está variando em função do tempo. Matematicamente:

$$\sum F_{ext} \propto \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Ou ainda, como a variação da velocidade em função do tempo é, por definição, a **aceleração** do corpo, podemos escrever que:

$$\sum F_{ext} \propto a$$

Portanto, com a realização do experimento do submarino de garrafa PET e da simulação computacional, podemos estabelecer uma relação direta entre **soma de forças e aceleração** (ou variação de velocidade em função do tempo). Essa relação responde qualitativamente à pergunta colocada na página 38, sobre como determinar os valores das grandezas aceleração, velocidade e posição.



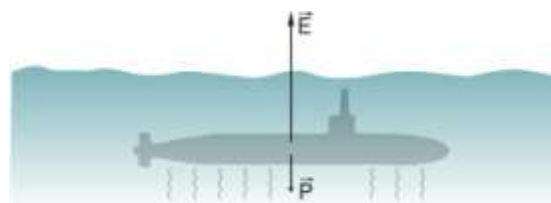
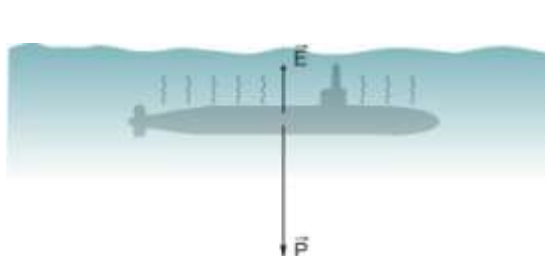
EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.6 Se você fosse o comandante de um submarino e precisasse mudar a profundidade de navegação (afundar ou submergir).

- O que você faria para realizar essa manobra?
- Represente todas as forças que atuam em um submarino afundando com uma velocidade constante.
- Represente todas as forças que atuam em um submarino submergindo com uma velocidade constante.

Resolução:

- Para afundar eu abriria os tanques de lastro para alterar a densidade média do submarino, fazendo com que o seu peso ficasse maior que a força de empuxo. A resultante das forças ficaria diferente de zero e com a direção e sentido para baixo. O submarino afundaria com uma aceleração constante. Para o submarino submergir, injetaria ar comprimido, através de compressores nos tanques de lastro. Isso faria com que a densidade média do submarino fique menor. A força de empuxo se tornaria maior que o peso do submarino. A resultante, então, seria vertical e com sentido para cima. O submarino subiria com aceleração constante.
- Nesse caso, com a abertura dos tanques de lastro (entrada de água nos tanques), implica num aumento da densidade média do submarino. Com isso, a força peso se torna maior que a força de empuxo. Como a soma das forças é constante, vertical e para baixo, o submarino submerge (afunda) com uma velocidade constante.
- Nessa nova situação, os compressores injetam ar nos tanques de lastro (expulsando a água dos tanques) fazendo com que a densidade média do submarino diminua. Agora a força de empuxo se torna maior que a força peso. Como a soma das forças é constante, vertical e para cima, o submarino emerge (sobe) com uma velocidade constante.





“FAXINANDO” A FÍSICA

- 45- Um marinheiro “arranca” com uma lancha (a partir do repouso) de tal modo que a resultante das forças que atuam na lancha permanece constante durante certo intervalo de tempo. Responda o que ocorre com os valores da:
- aceleração da lancha.
 - velocidade da lancha.
 - distância percorrida pela lancha.

- 46- (Alvarenga-2000) Considere um avião monomotor, com hélice na cauda, voando horizontalmente, em movimento retilíneo uniforme. Na figura estão representadas as direções e os sentidos das seguintes forças:

\vec{F}_1 = força do ar, sustentando o avião;

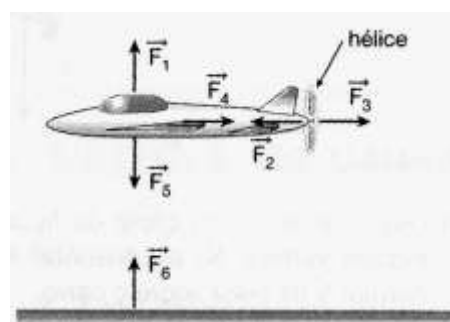
\vec{F}_2 = força do ar sobre a hélice, impulsionando o avião;

\vec{F}_3 = força da hélice sobre o ar, deslocando-o para trás;

\vec{F}_4 = força de atrito do ar sobre o avião;

\vec{F}_5 = peso do avião;

\vec{F}_6 = força de atração do avião sobre a Terra.



Tendo em vista essas informações, indique a alternativa em que se apresenta uma relação correta entre o módulo de alguma dessas forças.

- $F_1 + F_6 = F_5$
- $F_2 > F_4$
- $F_2 = F_3$
- $F_5 < F_6$
- $F_2 = F_3 + F_4$

Mas ainda permanece a pergunta: Como determinar precisamente (matematicamente) os valores das três grandezas: posição, velocidade e aceleração em função do tempo, para um corpo em movimento?

A resposta será dada com o auxílio dos resultados da realização de mais um experimento.



USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR...

Experimento 6: Movimento de um bloco sendo arrastado numa mesa preso por um fio a um recipiente.

Este experimento, representado na Figura 4.18, nos possibilita investigar e entender o que acontece com o movimento de um corpo quando submetido a um conjunto de forças cuja soma seja diferente de zero.

- ✓ Considere um bloco de madeira ligado por um fio a um recipiente que permite adicionar esferas de aço.

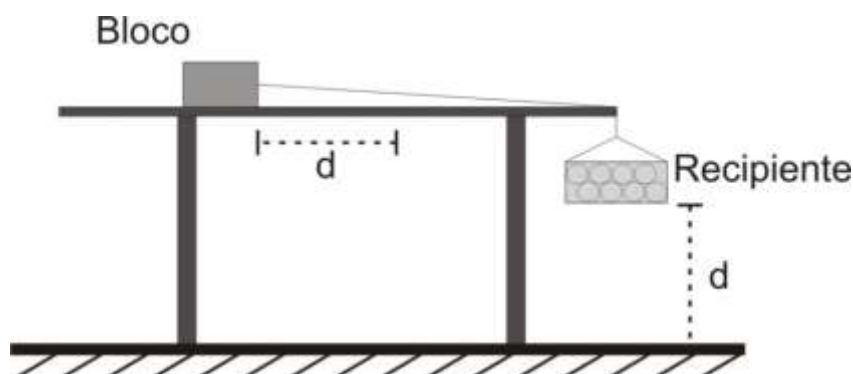


Fig 4.18: Bloco em movimento arrastado por outro corpo (Recipiente).

- ✓ Faça uma marca sobre a mesa para determinar a posição inicial do bloco. Esta deve ser escolhida de modo que o outro recipiente fique a uns 40 cm do chão.
- ✓ Em seguida, faça outra marca sobre a mesa para determinar o ponto que o recipiente chega ao chão. Estes dois pontos são importantes para determinar a distância em o bloco será puxado pelo recipiente com as esferas.
- ✓ P30: Antes de iniciar a realização do experimento, no espaço abaixo, represente todas as forças que estão atuando no bloco sobre a mesa. Para isso, pense na situação em que o bloco está no meio do caminho entre o ponto inicial e final.

<p>Faça o seu desenho aqui.</p> <p>Bloco</p>	<p>Caso necessário, faça correção do seu desenho aqui.</p>
--	--

- ✓ Inclua duas esferas no recipiente, leve o bloco até a posição inicial e o abandone. Anote a posição final no desenho da Figura 4.19 representado abaixo.
- ✓ Inclua mais duas esferas no recipiente, leve o bloco até a posição inicial e o abandone. Anote a posição no desenho 4.19 abaixo.
- ✓ Inclua mais duas esferas no recipiente, leve o bloco até a posição inicial e o abandone. Anote a posição final.
- ✓ Inclua duas esferas no recipiente, leve o bloco até a posição inicial e o abandone. Anote a posição final.



Fig 4.19: Bloco em movimento arrastado por outro corpo.

Vamos agora analisar os resultados encontrados.

1. A força que arrasta o bloco, exercida pelo recipiente com as esferas, só atua entre os pontos inicial e final marcados na mesa.
2. Quanto mais esferas incluirmos, mais distante é ponto de parada do bloco. No entanto, note que a partir do ponto final, a força que puxa o bloco deixa de atuar. A única força que permanece é a de resistência do bloco com a superfície da mesa (força de atrito), que é a responsável por fazê-lo parar.
3. Na verdade, com o aumento no número de esferas estamos aumentando o valor da soma de forças que atuam no bloco.



P31: A partir destas observações, que relação existe entre a quantidade de esferas e a velocidade final do bloco?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>A velocidade com que o bloco chega ao ponto final é proporcional ao aumento do número de esferas. Mas, como inicialmente o bloco estava parado a velocidade do bloco era zero. Isso significa que, na verdade, a variação da velocidade vai aumentando à medida que vamos aumentando o número de esferas.</p>
--	---

Vamos então representar qualitativamente os valores encontrados na tabela abaixo:

Situação	Quantidade de Esferas	Implica em uma Soma de Forças Horizontais	Corresponde a uma variação da Velocidade entre i e f, medida em função do tempo.	Resulta em uma distância percorrida de
1	2	$\sum F_{ext1}$	$\Delta v_1/\Delta t$	Δx_1
2	4	$\sum F_{ext2}$	$\Delta v_2/\Delta t$	Δx_2
3	6	$\sum F_{ext3}$	$\Delta v_3/\Delta t$	Δx_3
4	8	$\sum F_{ext4}$	$\Delta v_4/\Delta t$	Δx_4

As conclusões que podemos tirar são:

Como: $\Delta x_4 > \Delta x_3 > \Delta x_2 > \Delta x_1$ então: $\frac{\Delta v_4}{\Delta t} > \frac{\Delta v_3}{\Delta t} > \frac{\Delta v_2}{\Delta t} > \frac{\Delta v_1}{\Delta t}$

Mas, como já estudamos, a variação da velocidade em função do tempo é definida como sendo a aceleração:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

Portanto: $a_4 > a_3 > a_2 > a_1$



P32: Baseado no experimento, que conclusão este resultado sugere, para a relação entre a Soma das Forças e a Aceleração?

Escreva sua resposta aqui.



Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Quando existe uma Soma de Forças ($\sum F_{ext}$) diferente de zero atuando em um corpo (como é o caso do bloco sobre a mesa) este está sujeito a uma **Varição de Velocidade em função do Tempo**. Isso equivale a dizer que ele terá uma **Aceleração**.

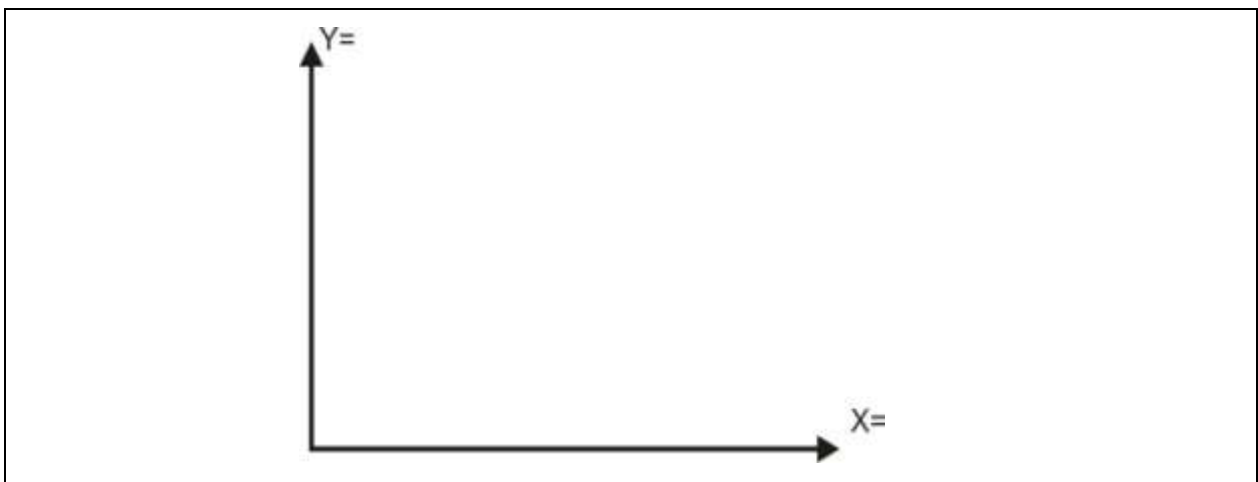
Este resultado concorda com o encontrado anteriormente de que a Soma de Forças é proporcional à aceleração.

Novamente, podemos observar a relação entre a soma de forças e a aceleração. Ou seja:

$$\sum F_{ext} \propto \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{ou ainda} \quad \sum F_{ext} \propto a$$


Esta relação contradiz as afirmações de Aristóteles, que dizia que para que um corpo se mantenha em movimento, mesmo com velocidade constante, é necessário ter forças atuando sobre ele. O que Newton encontrou afirma que se a soma de forças que atuam sobre um corpo for diferente de zero, então a velocidade dele estará variando (pode ser aumentando, se a soma apontar no mesmo sentido do movimento como no caso de um carro sendo acelerado, ou diminuindo se a soma apontar contrário ao movimento como no caso do acionamento dos freios de um carro), como pudemos também observar com a situação do submarino.

Embora estes dados coletados a partir do experimento sejam qualitativos, eles nos permitem uma representação gráfica que permite observar a relação entre a **variação da Velocidade em função do Tempo (aceleração)** e a **Soma de Forças** que atuam no bloco. **No espaço abaixo, monte durante a aula um gráfico marcando no eixo vertical a Soma de Forças e no eixo horizontal a aceleração.**



Embora não tenhamos coletados valores precisos, é possível verificar em laboratório que a relação entre estas duas variáveis é uma reta.

? P33: Observando o gráfico, você saberia dizer que relação matemática existe entre estas duas variáveis?

Escreva sua resposta aqui.  Como você está se sentindo hoje? _____ _____ _____ _____ _____	Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui. Os resultados sugerem que existe uma relação linear entre estas duas variáveis. Se a soma de forças que atuam em um corpo aumenta, então a aceleração aumenta e vice-versa.
---	--

Então, olhando novamente para o gráfico, podemos calcular o **coeficiente angular da reta²**, que reflete o quanto inclinado ela está em relação ao eixo horizontal. O resultado é:

$$m = \frac{\sum F_{ext2} - \sum F_{ext1}}{a_2 - a_1} \quad \text{ou} \quad m = \frac{\sum F_{ext}}{a}$$


Reescrevendo, temos:

$$\sum F_{ext} = ma$$


? Matematicamente, o valor de “m” significa a inclinação da reta. E fisicamente, o que ele significa?

Antes de responder essa questão, vamos pensar em uma nova situação onde o bloco sobre a mesa seria substituído por outro de **maior massa**.

? P34: Executando novamente todo o procedimento e fazendo-se o gráfico $\sum F_{ext}$ em função da aceleração a adquirida, você saberia descrever a diferença para o gráfico obtido inicialmente?

Escreva sua resposta aqui.  Como você está se sentindo hoje? _____ _____ _____ _____	Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui. O novo gráfico teria uma inclinação maior que o primeiro, indicando que a aceleração adquirida é menor do que a do bloco anterior.
--	---

? P35: Agora você seria capaz de responder qual o significado físico de “m”?

Escreva sua resposta aqui.  Como você está se sentindo hoje? _____ _____ _____ _____	Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui. Se repetíssemos este experimento com um bloco de massa menor, a variação da velocidade seria menor e a inclinação seria menor, e vice versa para um bloco maior. Portanto, o valor de “m” está associada à massa do corpo e é numericamente igual.
--	--

A representação gráfica da $\sum F_{ext}$ em função da aceleração a adquirida por cada bloco está mostrada na Figura 4.20. O gráfico nos mostra que quanto maior é a inclinação da reta, maior é a massa do corpo. Outra maneira de fazer a leitura do gráfico é observando que quanto maior a massa do corpo, maior é o resultado da soma das forças que devemos fazer para provocar variação de velocidade.

2 Denomina-se **coeficiente angular** ou **declividade** de uma reta r com equação $y = ax + b$, como sendo a *tangente da inclinação “a”*. Em problemas práticos, o coeficiente angular de uma reta pode ser interpretado como uma *razão* ou como uma *taxa de variação*, dependendo das unidades que são utilizadas nos eixos x e y . Se os eixos x e y apresentam as mesmas unidades, então o número que mede o coeficiente angular é adimensional e representa uma **razão**.

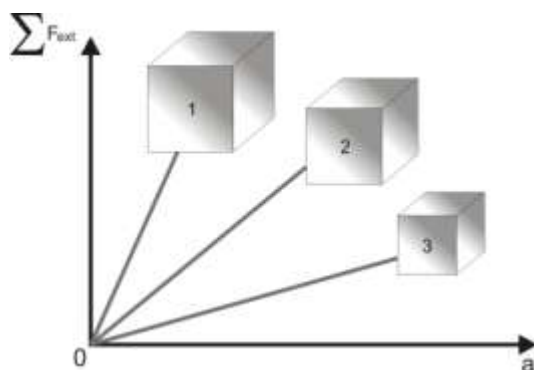


Fig 4.20: A inclinação do gráfico $\Sigma F_{ext} \times a$ representa a massa do corpo.

4.9 – Segunda Lei de Newton

Do que foi discutido neste experimento, estamos em condições de estabelecer finalmente uma relação matemática entre a soma de forças não nula e movimento. Este foi um dos principais resultados dos estudos de Newton sobre o movimento e ficou conhecido como a **Segunda Lei de Newton**:

SEGUNDA LEI DE NEWTON

Se a soma de forças que atuam em um corpo de massa m for não nula, seu movimento será acelerado, cujo valor poderá ser calculado pela expressão:

$$\Sigma F_{ext} = ma$$

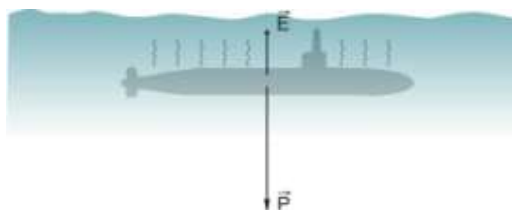
A segunda lei de Newton ou princípio fundamental da Dinâmica estabelece que o movimento de um corpo é proporcional à soma das forças que atuam nele. Em outras palavras, falar em mudança de movimento significa se referir à aceleração; assim, se aplicarmos a mesma força em corpos de massa diferentes, produzirão acelerações diferentes.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.7 Suponha que um submarino de massa igual a 20 toneladas navegando esteja submergindo, sob a ação de duas forças representadas na figura abaixo. Nestas condições, calcule o valor da:

- soma das forças (força resultante) que atuam no submarino.
- aceleração do submarino.



Dados: Força de Empuxo = $2 \cdot 10^4$ N
Força Peso = $3 \cdot 10^4$ N

Resolução:

Dados:

$$m = 20 \text{ toneladas}$$

Sabemos que a massa de 1 tonelada equivale à 1000 kg, como a massa do submarino é de 20 toneladas, transformando isso em kg teremos 20.000 kg = $2 \cdot 10^4$ kg

$$\text{Força de Empuxo} = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\text{Força Peso} = 3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

d) Sabemos que as duas forças que atuam no submarino são verticais, porém de sentidos contrários. Portanto, como vimos anteriormente, para calcular a soma das forças que atuam no submarino devemos subtrair o valor da Força Peso do valor da Força de empuxo. Com isso teremos:

$$\sum F_{ext} = 3 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^4 = \mathbf{1 \cdot 10^4 \text{ N}}$$

e) Para o cálculo da aceleração devemos utilizar a 2ª Lei de Newton:

$$\sum F_{ext} = ma$$

$$1 \cdot 10^4 = 2 \cdot 10^4 \cdot a$$

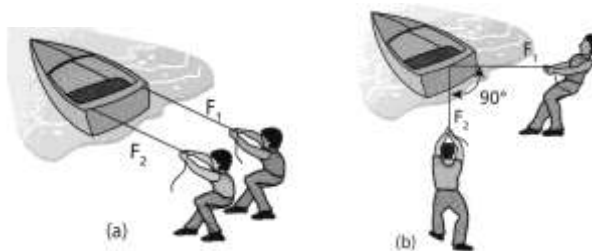
$$\mathbf{a = 0,5 \text{ m/s}^2}$$

A aceleração do submarino será de $0,5 \text{ m/s}^2$ com direção vertical e sentido para baixo, ou seja, o submarino descerá acelerado.

**“FAXINANDO” A FÍSICA**

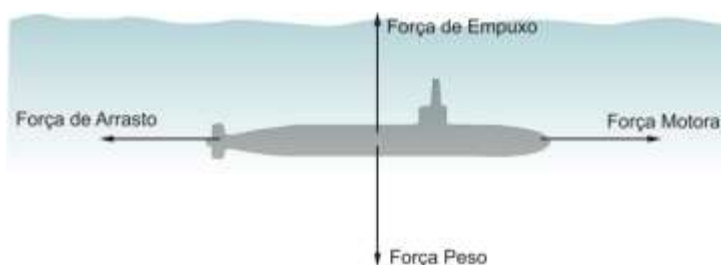
- 47- Uma lancha com massa de 1000 kg partindo do repouso e atinge uma velocidade de 30m/s em 10s. Calcule a intensidade da força resultante exercida sobre o carro.
- 48- (UFAL) Uma partícula de massa 100 g está sob a ação das forças coplanares, conforme mostrado no esquema ao lado. Determine o valor da aceleração que a partícula está sendo submetida.
-
- 49- (PUC) Quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo é 10N, sua aceleração é 4m/s^2 . Se a resultante das forças fosse 12,5N, a aceleração seria de:
- $2,5\text{m/s}^2$
 - 2m/s^2
 - $5,0\text{m/s}^2$
 - $12,5\text{m/s}^2$
 - $7,5\text{m/s}^2$
- 50- Uma lancha de massa 1.000 kg, está submetida à ação de duas forças de intensidade $F_1 = 400 \text{ N}$ e $F_2 = 300 \text{ N}$. Determine, em cada caso, o valor da aceleração que a lancha está sendo submetida sabendo que as duas forças apresentam:
- mesma direção e o mesmo sentido.
 - mesma direção, mas, sentidos contrários.
 - direções perpendiculares.

- 51- (EAMES) Os esquemas mostram um barco de massa 200 kg sendo retirado do mar por dois marinheiros. Em (a), são usadas cabos, que transmitem ao barco forças paralelas de intensidades F_1 e F_2 . Em (b), são aplicadas também F_1 e F_2 , usando-se cabos inclinados de 90° . Sabe-se que F_1 e F_2 têm intensidades iguais, respectivamente, a 300 N e 400 N. Determine, em cada caso, a aceleração que o barco está submetido.



- 52- Suponha um submarino de massa igual a 20 toneladas navegando, totalmente submerso, sob a ação de um sistema de forças. Sabendo que as forças que atuam no submarino estão representadas na figura abaixo. Determine o valor da:

- soma das forças (força resultante) que atuam no submarino.
- aceleração do submarino.



Dados: Força de Empuxo = $2 \cdot 10^5$ N
 Força Peso = $2 \cdot 10^5$ N
 Força Motora: $3 \cdot 10^4$ N
 Força de arrasto: $1 \cdot 10^4$ N

A Segunda lei enunciada por Newton permite descrever o que ocorre com o movimento de um corpo quando a soma das forças é **constante** e **não nula**. O resultado é um movimento acelerado, ou equivalentemente, com variação da velocidade em função do tempo. Vamos voltar novamente nossa atenção para o caso em que a soma de forças atuando em um corpo seja **nula**. Essa situação poderá ser observada através da utilização de uma simulação do NOA.



USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR...

Realizando a 2ª Simulação: Simulador do movimento de Submarino

- ✓ Escolha densidade do submarino igual a $1,0 \text{ g/cm}^3$.
- ✓ Represente todas as forças atuando no submarino.

<p>P36: Represente as forças aqui.</p> <div style="text-align: right; font-size: small;"> Como você está se sentindo hoje? </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>	<p>Caso necessário, faça correção do seu desenho aqui.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>
--	---

? P37: Nesta situação, comparando a força Peso com a de Empuxo, o que se pode dizer dos seus valores? E a força do Motor comparada com a de Arrasto com a água (de atrito com a água)?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: right; font-size: small;"> Como você está se sentindo hoje? </div> <div style="margin-top: 10px;"> <hr/><hr/><hr/> </div>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>São iguais em ambos os casos.</p>
---	---

? P38: O que se pode dizer sobre a soma de forças atuando no submarino? E sobre os valores da aceleração e velocidade, tanto na horizontal quanto na vertical?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: right; font-size: small;"> Como você está se sentindo hoje? </div> <div style="margin-top: 10px;"> <hr/><hr/><hr/><hr/> </div>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>É nula.</p> <p>As acelerações vertical e horizontal são nulas, a velocidade vertical também é nula e a velocidade horizontal é constante.</p>
--	---

? P39: O que ocorre quando aumentamos o valor da densidade de $1,0 \text{ g/cm}^3$ para $1,5 \text{ g/cm}^3$? E se a seguir, voltássemos com o valor da densidade igual a $1,0 \text{ g/cm}^3$, o que ocorre com o movimento do submarino?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: right; font-size: small;"> Como você está se sentindo hoje? </div> <div style="margin-top: 10px;"> <hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/> </div>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>O submarino passa a afundar acelerado (aumentando o valor da velocidade com o tempo), pois a força peso passa a ser maior que o Empuxo (soma das forças diferentes de zero).</p> <p>Com a mudança de valor da densidade de $1,5 \text{ g/cm}^3$ para 1 g/cm^3, o submarino continua afundando, só que agora com uma velocidade constante, pois a soma das forças agora passou a ser nula novamente.</p>
--	---

Portanto, podemos concluir que:

RELAÇÃO ENTRE SOMA DE FORÇAS E MOVIMENTO - CONTINUAÇÃO

Se a **soma de forças** que atua em um corpo for nula, então velocidade deste corpo não sofrerá variação. Matematicamente:

Se: $\sum F_{ext} = 0$ então a **velocidade** não sofre variação em função do tempo.

Isso implica que a **aceleração** será também nula.

Para entender melhor essa relação, vamos realizar outro experimento que tenta reproduzir situações onde soma de forças é nula.



USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR...

Experimento 7: Movimento de uma esfera quando a soma de forças tende a um valor nulo!

Este experimento permite observar o movimento de uma esfera em uma linha plana, quando abandonada de um plano inclinado. Permite também, analisar o que ocorre quando uma esfera abandonada em repouso em plano horizontal.

A Figura 4.21 ao lado mostra um esquema da montagem experimental.




Fig 4.21: Esfera se movimentando no plano inclinado.


- ✓ Apoie o trilho sobre uma mesa e certifique-se de que ele esteja totalmente nivelado. Isso pode ser feito utilizando-se um nível ou a própria esfera utilizada no experimento.
- ✓ Coloque a esfera em repouso sobre a parte plana do trilho. Represente todas as forças que estão atuando na esfera nessa posição. Explique o que você observou no espaço abaixo, diga também qual é o resultado da soma de forças que atuam na esfera.

P40: Escreva sua resposta aqui.		Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.
		<p>A esfera não se movimentou. A soma de forças é nula.</p>


- ✓ Continuando, vamos fazer uma marca ao longo do trilho (parte horizontal) e por um pedaço de lixa grossa a partir desta marca. Faça também uma segunda marca na parte inclinada do trilho e abandone a esfera neste ponto marcado.
- ✓ Repita este procedimento mais duas vezes, só que agora, colocando lixas menos ásperas. Por último, abandone a esfera sem nenhuma lixa. Descreva, no espaço abaixo, o resultado da realização desta sequência de movimentos.

<p>P41: Escreva sua resposta aqui.</p>		<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p>
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		<p>Deve-se observar que a esfera sempre inicia o movimento (abandonada) da mesma posição inicial. Dessa forma, enquanto ela está na parte inclinada, ela recebe o mesmo “empurrão” inicial em todas as situações. À medida que colocamos lixas cada vez menos ásperas sobre o trilho, a esfera se move uma distância cada vez maior. Quando o caminho está “livre” ela se move por toda a extensão do trilho.</p>

? P42: Descreva, detalhadamente, o que está acontecendo com a soma de forças atuando na esfera à medida que vamos trocando as lixas até a situação final sem nenhuma lixa?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>		<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p>
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		<p>Na parte plana, as duas forças principais são a força peso, que aponta para baixo, e a de contato com o trilho, que aponta para cima (Força Normal). Assim, uma anula a outra. Existe também uma pequena força de atrito da esfera com o trilho.</p> <p>No entanto, quando a esfera encontra a lixa grossa, passa a atuar uma força de resistência ao movimento, fazendo com que a soma de forças seja diferente de zero. Logo em seguida a esfera começa a diminuir o movimento até parar.</p> <p>Com a lixa média, a força de resistência diminui e a esfera se move um pouco mais longe antes de parar. Com a lixa fina, ela se move ainda mais. Por fim, sem nenhuma lixa, ela percorre toda a extensão do trilho.</p> <p>Ao trocar as lixas, a soma de forças, na parte plana, está cada vez mais se aproximando de zero. Consequentemente a esfera está se movendo para pontos cada vez mais distantes.</p>

? P43: Que relação você estabeleceria entre a soma de forças atuando na esfera e o movimento da esfera?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>		<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p>
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		<p>Em um experimento de pensamento, se o trilho tivesse comprimento infinito e a resistência ao movimento da esfera fosse nula, ela se moveria indefinidamente! Este experimento não pode ser realizado na prática!</p> <p>De todo modo, o que estamos fazendo é mostrar a tendência de ocorrência deste movimento indefinido!</p>

4.10 – Primeira Lei de Newton

A constatação do experimento que acabamos de realizar foi enunciada por Newton ficando conhecida como a Primeira Lei de Newton.

PRIMEIRA LEI DE NEWTON

Se a **soma de forças** que atuam em um corpo for **nula**:

- ✓ Se o corpo está parado, ele permanecerá parado.
- ✓ Se o corpo está em movimento, ele permanecerá em movimento em linha reta e com velocidade constante.

Outro aspecto a ser observado é que, matematicamente, a Primeira Lei de Newton é um caso particular da Segunda Lei de Newton. Se a soma de forças em um corpo é nula, como a massa do mesmo não pode ser nula, a aceleração deve ser nula. Ou seja:

$$\sum F_{ext} = m \cdot a \quad (2^{\text{a}} \text{ Lei}) \quad \text{se} \quad \sum F_{ext} = 0 \quad \text{então:} \quad a = 0$$

Isso significa que a **velocidade** não irá variar, sendo isso uma previsão da Primeira Lei.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.8 Suponha um submarino esteja se movendo na água. Durante o deslocamento a água gera uma força de resistência ao movimento do submarino. O que deve ser feito para que o submarino se mova com uma velocidade constante?

Resolução:

Vimos que para um corpo se mover devemos aplicar uma força sobre ele. No caso dos submarinos essa força é aplicada pelos motores que fazem girar uma hélice colocando o submarino em movimento. Outro ponto que você deve lembrar é que, de acordo com a 1ª Lei de Newton, para que o submarino possa se mover com uma velocidade constante, na horizontal, a soma das forças que atuam no submarino nessa direção deve ser nula. Portanto, a força motora deve ser de mesma intensidade e direção, porém com sentido contrário à da força de resistência gerada pela água, para que elas possam se anular.

R 4.9 Suponha a situação em que um marinheiro se encontra em pé sobre uma lancha em repouso, atracada a um cais e que não haja movimento da maré.

- a) Qual o valor da velocidade da lancha e do marinheiro em relação ao cais?
- b) Se de repente, o piloto liga os motores, arrancando rapidamente com a lancha. O que acontece com o marinheiro?

Resolução:

- a) O valor da velocidade da lancha e do marinheiro em relação ao cais é zero.
- b) Como se diz na linguagem cotidiana, o marinheiro “é jogado para trás”. Nesse instante, ele está manifestando a inércia de repouso, pois tende a continuar, em relação à Terra, parado no mesmo lugar. É importante frisar que, em relação a Terra, o marinheiro não foi “jogado para trás”: na realidade, seu corpo apenas manifestou uma tendência de manter a velocidade nula.



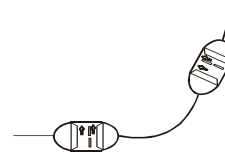
“FAXINANDO” A FÍSICA

- 53- Vamos supor agora que a lancha do exercício resolvido R 4.9 (página 71) esteja navegando, num trecho plano e horizontal, com velocidade constante de 50 km/h.
- Nesta situação, determine a velocidade do marinheiro em relação à Terra.
 - Se por alguma necessidade, a lancha para bruscamente. O que acontece com o marinheiro?

- 54- Vamos supor agora, um avião se movendo a uma velocidade uniforme e em linha reta.
- Represente, através de um desenho, todas as forças que atuam no avião.
 - O que é necessário para que a velocidade do avião seja alterada?

- 55- (UFOP MG/1995 - Adaptada) Quando uma lancha para bruscamente, todos os passageiros são “lançados” para frente. Explique fisicamente este fenômeno.

- 56- (UNIRIO RJ/1994 - Adaptada) O passageiro de uma lancha vem sentado no banco traseiro, bem atrás do piloto. De repente, a lancha faz uma curva fechada para a esquerda e o passageiro, que estava distraído, acaba atirado para a direita do piloto. Essa situação pode ser explicada pelo princípio da(o):

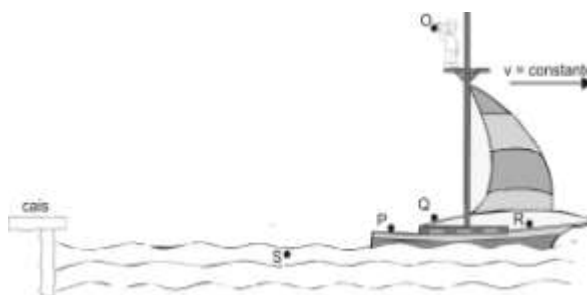


- (A) inércia (B) Interferência (C) ação e reação (D) retorno inverso (E) conservação da energia

- 57- (UNESP/2002 - Adaptada) Certas cargas transportadas por navios devem ser muito bem amarradas nos porões, para evitar acidentes ou, mesmo, para proteger a vida dos tripulantes, quando precisar frear bruscamente o navio ou enfrentar um mar revolto. Esta precaução pode ser explicada pela

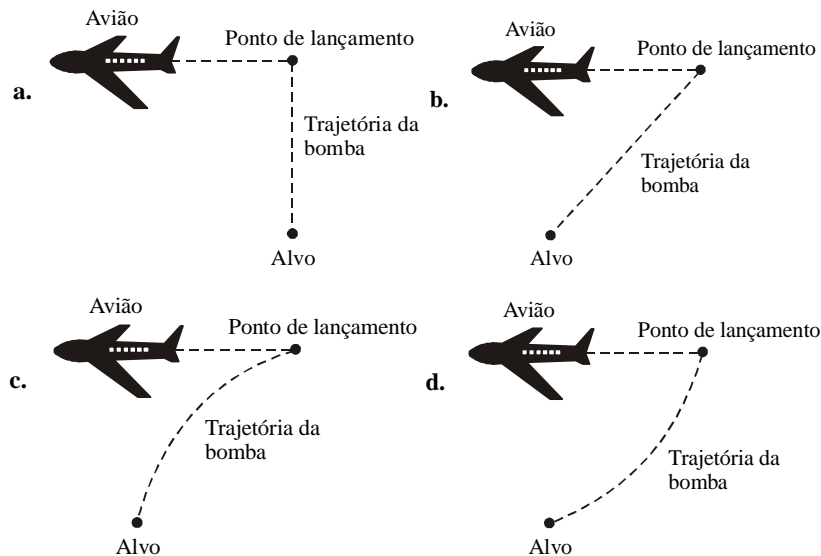
- lei das malhas de Kirchhoff.
- lei de Lenz.
- lei da inércia (primeira lei de Newton).
- lei das áreas (segunda lei de Kepler).
- lei da gravitação universal de Newton.

- 58- (EAMES - Adaptada) A figura representa uma escuna em movimento. Deixou-se cair uma bola de chumbo do alto do mastro (ponto O). Desprezando a resistência do ar, quando a escuna estiver se afastando do cais, numa velocidade constante, em que ponto a bola caíra no ponto?



- P.
- Q.
- R.
- S.

- 59- (EAMES - Adaptada) Certo país ASNU, sentindo-se agredido pelo país Batilã, resolveu atacá-lo em sua capital, Bukal. Então, um avião do país ASNU lançou uma bomba, que caiu sob a ação da gravidade, sobre o palácio do governo na capital. Sabendo-se que a bomba atingiu o seu alvo, qual das figuras abaixo melhor representa as trajetórias do avião e da bomba?



Já enfatizamos que, se desejarmos analisarmos o movimento de um corpo qualquer, necessitamos conhecer as três grandezas que descrevem o movimento de um corpo, que são: a **posição**, a **velocidade** e a **aceleração**. Vimos que de acordo com a Segunda Lei de Newton, se a soma de forças em um corpo for não nula, ele terá um movimento com aceleração diferente de zero e, portanto, sua velocidade será variável. E que de acordo com a Primeira Lei de Newton, se a soma de forças em um corpo for nula, se ele estiver em movimento, vai continuar em linha reta e com velocidade constante e, portanto, com aceleração nula.

Mas existe uma questão a ser resolvida:



P44: Vimos que é necessário conhecer todas as forças que atuam em um corpo para, em seguida, calcular a soma dessas forças. Como poderemos ter certeza de que realmente estaremos considerando todas as forças que atuam no corpo?

Escreva sua opinião aqui.



Vamos responder essa questão realizando o seguinte experimento.



USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR...

Experimento 8: O movimento dos alunos sobre Skates.

Este experimento permite visualizar o movimento adquirido por um corpo quando é aplicada uma força sobre ele. Antes, porém, vamos lembrar o que você deve fazer para colocar um corpo parado em movimento? Já sabemos que é preciso aplicar uma força sobre ele, de acordo com a discussão sobre o conceito de força, na página 39. Vamos, agora, reproduzir essa situação só que utilizando dois skates.

- ✓ Peça que um aluno suba em um skate e fique parado junto à parede. A seguir, solicite que ele empurre a parede como representado na Figura 4.22.
- ✓ Observamos que o aluno se movimenta sobre o skate afastando-se dela.
- ✓ Pensando um pouco sobre o que foi observado neste experimento, é fácil concluir que a parede é estática e por si só não pode aplicar uma força no aluno que está sobre o skate! Mas nós observamos que ele se moveu.



Fig. 4.22: A ação do aluno sobre a parede parece imperceptível, no entanto, a reação da parede sobre o aluno é evidente. Fonte: Dissertação “A Física dos Brinquedos”.



P45: Se for ele quem empurrou a parede, como podemos explicar o fato de ele ter se movido?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;"> </div> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p style="color: blue;">Realmente, isso só pode ser explicado se, ao aplicar uma força na parede, ela também aplica uma força no aluno, em sentido contrário. Aí sim, podemos explicar o movimento do mesmo sobre o skate. Em outras palavras, o aluno exerceu uma força de ação na parede e esta exerceu uma força de reação no aluno.</p>
---	--

- ✓ Vamos à segunda parte do experimento. Solicite agora que dois alunos, com massas semelhantes, fiquem de pé sobre cada skate um de frente para o outro, ambos em repouso. Em seguida, peça para que somente um deles empurre o outro. Anote abaixo suas observações sobre o movimento dos dois alunos.

<p>P46: Escreva sua opinião aqui.</p> <hr/> <hr/> <hr/>	<div style="text-align: right;"> </div>
---	---

Isso parece ser ainda mais curioso, pois somente um aluno exerceu força intencionalmente sobre o outro, mas os dois se moveram!

? P47: Se parece que somente um aluno exerce força sobre o outro, como pode os dois entrar em movimento?

Escreva sua resposta aqui.		Caso necessário, corrija sua resposta aqui.
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		<p>A explicação é exatamente a mesma que na situação anterior: quando o aluno A aplica uma força no aluno B, o aluno B também aplica uma força no aluno A, em sentido contrário. Aí sim, podemos explicar o movimento dos dois alunos. Novamente observamos a existência da ação do aluno A sobre o B e a reação do B sobre o A.</p> <p>Pedir para os alunos observarem o deslocamento que ambos os skatistas alcançam após o empurrão. Discutir com os alunos as respostas obtidas.</p>

- ✓ Vamos à terceira parte do experimento. Solicite agora que dois alunos, com massas muito diferentes, fiquem de pé sobre cada skate, um de frente para o outro, ambos em repouso. Se isso não for possível, peça que dois alunos subam em um skate e fiquem “abraçados” e apenas um suba no outro skate. Em seguida, peça para o aluno de menor massa empurre o outro. Anote abaixo suas observações sobre o movimento dos dois alunos.

P48: Escreva sua opinião aqui.	
<hr/> <hr/> <hr/>	

Note que agora os dois alunos se movimentam, mas o aluno de menor massa se movimenta mais que o aluno maior massa.

? P49: Qual seria a explicação que você daria para explicar o que estamos observando?

Escreva sua resposta aqui.		Caso necessário, corrija sua resposta aqui.
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		<p>Novamente, quando o aluno A aplica uma força no aluno B, o aluno B também aplica uma força no aluno A, em sentido contrário. Mas como eles possuem tamanhos (massas) diferentes, a força aplicada irá provocar movimentos diferentes nos dois corpos. Ou seja, o resultado da aplicação da força em cada corpo, depende da massa do corpo, que será discutida em mais detalhes adiante.</p>


- ✓ Solicite agora, que dois alunos com massas diferentes fiquem de pé sobre dois skates e que o de maior massa empurre o de menor massa.

? P50: Haverá alguma diferença da situação anterior? Explique?

Escreva sua resposta aqui.		Caso necessário, corrija sua resposta aqui.
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		<p>Sim, as forças que um faz sobre o outro possuem a mesma intensidade (Ação e Reação), mas como as massas dos alunos são diferentes, essas forças produzirão acelerações diferentes e, portanto deslocamentos sofridos por eles serão diferentes.</p>


- ✓ Por último, solicitar a dois alunos suba em um único skate e que tentem se mover se empurrando mutuamente.

? P51: O skate se movimenta? Explique.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>  <p>Como você está se sentindo hoje?</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Não, pois quando a ação e reação são internas ao corpo, ou ao sistema como se fala na Física, não há produção de movimento.</p>
---	---

Vamos voltar à questão anterior:

? P52: Vimos que é necessário conhecer todas as forças que atuam em um corpo para calcular a soma dessas forças. Como poderemos ter certeza de que realmente estaremos considerando todas as forças que atuam no corpo?

<p>Escreva sua opinião aqui.</p>  <p>Como você está se sentindo hoje?</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>A resposta a essa pergunta reside no fato de que, a toda força de ação de um corpo A em um corpo B, corresponde uma força de reação do corpo B no corpo A, de mesma intensidade e direção e sentido contrário. Portanto, para que uma força exista em um corpo, é necessário que exista a reação dela em outro corpo. Isso nos permite ter certeza se uma força realmente está ou não atuando no corpo em estudo.</p>
--	---

4.11 - Terceira Lei de Newton

O resultado de estudos realizados por Newton, tal como os reproduzidos no experimento anterior, podem ser verificados em quaisquer dois corpos que interagem entre si. Assim, tais resultados ficaram conhecidos como a Terceira Lei de Newton:


TERCEIRA LEI DE NEWTON

Se um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, este exerce sobre A uma força de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário.


A Terceira Lei de Newton é útil para determinarmos todas as forças que estão atuando em um corpo, dado que toda força de ação deverá ter uma reação. Portanto, as forças atuam sempre aos pares: não existe ação sem reação. Essa foi uma das ideias fundamentais de Newton que ficou conhecida como a lei da Ação e Reação.

Para que isso fique ainda mais claro, citamos abaixo duas situações observadas em nosso cotidiano.

? P53: Quando você puxa uma gaveta, pelo Princípio da Ação e Reação ela vai exercer sobre sua mão uma força igual e contrária. Mas, mesmo assim, a gaveta abre. Por quê?

Escreva sua resposta aqui. <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	Como você está se sentindo hoje? 	Caso necessário, corrija sua resposta aqui. Apesar das forças possuírem a mesma intensidade, elas atuam em corpos diferentes produzindo efeitos diferentes.
---	---	--

? P54: Você empurra uma caixa de fósforos sobre uma mesa. Pelo Princípio da Ação e Reação a caixa o empurra no sentido oposto. Por que ela se movimenta e você não?

Escreva sua resposta aqui. <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	Como você está se sentindo hoje? 	Caso necessário, corrija sua resposta aqui. Apesar das forças possuírem a mesma intensidade, elas atuam em corpos de massas diferentes produzindo efeitos diferentes.
---	---	--

? E qual é mais intensa, a ação ou a reação?

Os resultados da aplicação de uma força são diferentes para diferentes corpos:

- ✓ Um tapa pode matar uma formiga, mas não causa nenhum estrago em nossas mãos!
- ✓ Uma batida de um navio com um rebocador vai provocar menos estragos no navio do que no rebocador!

Isso ocorre porque os dois corpos que estão interagindo possuem formas e resistências diferentes. Por isso, às vezes, temos dificuldade em aceitar que as forças de **ação** e **reação** possuam a mesma intensidade! Mas, é importante deixar claro que as forças de ação e reação sempre possuem a mesma intensidade.

Outro aspecto fundamental nas discussões das duas questões anteriores é que as forças externas de ação e a reação, embora possuam intensidades e direções iguais e sentidos contrários, nunca têm soma nula, pois sempre estão atuando em corpos distintos.

Resumindo:

Assim, o conhecimento das Leis de Newton nos fornece um ferramental importante para analisar e determinar o movimento de um corpo: basta para isso, identificar todas as forças que atuam em um corpo, a seguir, calcular a somatória delas e, por fim, determinar o valor da aceleração. A partir do conhecimento da **aceleração** poderemos determinar matematicamente a **velocidade** e **posição**, para a descrição do movimento.

4.12 – Um pouco da História do estudo dos movimentos dos corpos

Desde a Antiguidade, o Homem sempre se indagou sobre quais são as reais causas do movimento dos corpos. A parte da Mecânica que estuda as causas do movimento dos corpos é conhecida como Dinâmica. A Dinâmica procura responder a perguntas tais como: O que provoca um movimento de um corpo? Há necessidade de algo para manter um movimento? Quais são as causas das variações observadas em um movimento?

Durante muitos séculos, pensou-se que os movimentos só poderiam existir e serem mantidos por uma ação que fosse exercida sobre os corpos. Um dos principais defensores dessa ideia foi o filósofo Aristóteles (384 a.C – 322 a.C), que desenvolveu uma teoria de que o movimento era o resultado da ação de uma força. Essa teoria foi disseminada e aceita até por volta do século XV, fim da Idade Média.

Mas, a ideia de que um corpo só se movimenta se for submetido à ação de uma força, começou a chamar a atenção de alguns pensadores. Eles observaram que o movimento não acabava imediatamente com o cessar das forças. Um dos principais cientistas a questionar a ideia de que todo movimento estava associado à ação motora sobre o corpo foi o Galileu Galileu (1564 -1642). Para ele, os corpos poderiam se mover perpetuamente sem que nenhuma força agisse sobre eles.

No ano da morte de Galileu, nascia na Inglaterra o famoso físico Isaac Newton (1642 – 1727). Newton após ter aprendido Ciências e Filosofia por meio dos escritos de Descartes e Galileu, foi mais a fundo no estudo do movimento que seus predecessores. Seu principal trabalho foi publicado em 1686 com o título *Princípios Matemático da Filosofia Natural*. Baseado em observações suas e de outros cientistas, nesse trabalho, Newton formulou três princípios que são tão fundamentais para responder às questões apresentadas no início do texto, e na solução de outros problemas relacionados com os movimentos. Esses princípios foram chamados de “Leis do Movimento”.

Na primeira lei, Newton apresenta o conceito de Inércia sendo denominado por ele pela expressão: *vis inertiae*, que significa aproximadamente força inerte. Foi com Newton que a inércia passou definitivamente a ser vista como uma propriedade do corpo a ser associada à sua massa. A sua formulação original, que recebe o nome da primeira lei de Newton ou princípio da Inércia, é:

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.”

A ideia básica contida nessa lei é que, sem a ação de forças, os corpos permanecem como estão: em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. Ou seja, um corpo não precisa de força para manter seu estado de movimento ou repouso.

Já a segunda lei, Newton descreve o que ocorre quando a soma das forças que atuam em um corpo for diferente de zero. Newton observou que quando isso ocorre manifesta-se no corpo uma aceleração, que é diretamente proporcional à soma das forças e inversamente proporcional a massa do corpo.

A terceira lei de Newton se refere à interação entre dois corpos quando mediada por forças. Mostrando que em qualquer situação, as forças são sempre produzidas aos pares, a partir da interação entre corpos.

As Leis do movimento estabelecidas por Newton se mostraram consistentes para o estudo dos movimentos, até os dias de hoje. É importante ressaltar que as Leis de Newton podem ser aplicadas em qualquer sistema de corpos, tanto corpos isolados quanto conjuntos de corpos em contato, permitindo obter as forças que agem no conjunto ou em cada corpo isoladamente e determinar a aceleração do movimento. Para resolver problemas desse tipo, devemos:

- ✓ Identificar as forças que agem em cada corpo, verificando quais delas constituem os pares de ação e reação (pois terão intensidades iguais).
- ✓ Separar os corpos.
- ✓ Escrever as equações das forças resultantes de cada corpo.
- ✓ Resolver o sistema de equações.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.10 - (UFRJ/1994 - Adaptada) Dois marinheiros, cada um com massa de 80 kg, estão disputando um cabo de guerra, jogo no qual cada um segura uma das extremidades de uma corda e tenta puxar o outro, como ilustra a figura.



Os disputantes calçam sapatos que garantem aderência ao solo. Considere a situação em que eles estão em repouso e a corda está esticada na horizontal com uma tensão de módulo igual ao do peso de cada um deles.

- Represente as forças que atuam na corda. Qual a intensidade, direção e sentido dessas forças?
- Onde estão representadas as reações das forças que atuam nos marinheiros? Qual a intensidade, direção e sentido dessas forças de reação?

Resolução:

- De acordo com a 3ª lei de Newton, se os marinheiros puxam a corda com uma intensidade, a corda também puxa os marinheiros com a mesma intensidade. Portanto, a direção das duas forças que atuam na corda é horizontal, o sentido de F_1 é para a direita, o de F_2 é para a esquerda, e as intensidades de $F'_1 = F_1$ e $F'_2 = F_2$. Já de acordo com a 1ª lei de Newton, como a corda permanece em repouso, a soma das forças é igual à zero, temos então $F_1 = F_2$.
- De acordo com a 3ª lei de Newton, se os marinheiros puxam a corda com uma intensidade, a corda também puxa os marinheiros com a mesma intensidade. Portanto, a direção das duas forças que atuam nos marinheiros também é horizontal, mas o sentido de F_1 é para a esquerda, o de F_2 é para a direita, e as intensidades de $F'_1 = F_1$ e $F'_2 = F_2$.





“FAXINANDO” A FÍSICA

- 60- Se a força Peso é a força de ação que a Terra faz no submarino, onde está localizada, então, a força de reação? Discuta as consequências da aplicação dessas forças para o submarino e para a Terra.
- 61- Se a força de Empuxo é a força de ação do fluido sobre o submarino, onde está a força de reação? Discuta as consequências da aplicação dessas forças para o submarino e para o fluido.
- 62- (UFJF - Adaptada) Ao estacionar uma lancha num cais, a mão do Sr. João escorrega e pressiona acidentalmente o acelerador, fazendo com que a lancha vá de encontro ao cais, amassando a frente da lancha. Marque o item que melhor explica por que a lancha ficou amassada:
- (A) A lancha fez uma força sobre o cais, e este fez uma força de reação menor sobre a lancha. Como a força do cais sobre a lancha é menor do que a força a lancha sobre o cais, a lancha ficou amassada.
- (B) A lancha fez uma força sobre o cais e este fez uma força de reação maior sobre a lancha. Como a força do cais sobre a lancha é maior do que a força da lancha sobre o cais, a lancha ficou amassada.
- (C) O cais fez uma força sobre a lancha, igual em módulo à força que a lancha fez sobre o cais, fazendo com que ele ficasse amassado.
- (D) Como a lancha estava andando ao chegar ao cais, o peso da lancha esmagou a sua frente contra o cais.
- (E) O cais não faz nenhuma força sobre a lancha. A lancha ficou amassada simplesmente por que o cais estava no seu caminho.
- 63- Quando participamos de uma competição com Escaler utilizamos o remo para que possamos nos movimentar. Represente as forças de ação e reação, indicando a direção e o sentido das mesmas durante esse movimento.
- 64- As Forças Armadas utilizaram durante muito tempo os aviões Tucano, que se movimentavam utilizando o movimento de hélices. Represente as forças de ação e reação, indicando a direção e o sentido das mesmas durante esse movimento.
- 65- (UFC CE/2007 - Adaptada) Um pequeno barco colide frontalmente com um navio cuja massa é cinco vezes maior que a massa do barco. Em relação a essa situação, marque a alternativa que contém a afirmativa correta.
- (A) Ambos experimentam desaceleração de mesma intensidade.
- (B) Ambos experimentam força de impacto de mesma intensidade.
- (C) O navio experimenta desaceleração cinco vezes mais intensa que a do o barco.
- (D) O barco experimenta força de impacto cinco vezes mais intensa que a do navio.
- (E) O navio experimenta força de impacto cinco vezes mais intensa que a do barco.
- 66- (UFPEL RS/2006) Um pescador possui um barco a vela que é utilizado para passeios turísticos. Em dias sem vento, esse pescador não conseguia realizar seus passeios. Tentando superar tal dificuldade, instalou, na popa do barco, um enorme ventilador voltado para a vela, com o objetivo de produzir vento artificialmente. Na primeira oportunidade em que utilizou seu invento, o pescador percebeu que o barco não se movia como era por ele esperado. O invento não funcionou!



A razão para o não funcionamento desse invento é que

- (A) a força de ação atua na vela e a de reação, no ventilador.
- (B) a força de ação atua no ventilador e a de reação, na água.
- (C) ele viola o princípio da conservação da massa.
- (D) as forças que estão aplicadas no barco formam um sistema cuja resultante é nula.
- (E) ele não produziu vento com velocidade suficiente para movimentar o barco.

67- Imaginemos a situação em que um burrinho é preso à carroça. Para que ele realize um movimento, ele precisa puxar a carroça! Ou seja, ele pratica uma ação! Pela terceira lei de Newton, essa ação irá gerar uma reação, de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto. Então vem a questão: Se o burrinho pratica uma força para um lado, e a carroça "devolve" essa mesma força para o lado oposto, como o burrinho consegue se mover?

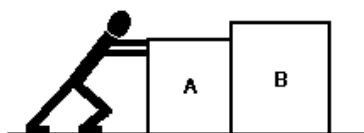
68- Imagine que você e um amigo seu, puxem, para lados opostos, uma mesma caixa. Sabendo que os dois fazem exatamente a mesma força, a caixa irá se mover?

69- (ALVARENGA - Adaptada) Um rebocador arrasta dois flutuadores idênticos, de massa 3,2t (1t = 1000kg) cada um, imprimindo-lhes uma aceleração ao longo de uma linha reta. A força de tração do cabo que o rebocador une ao primeiro flutuador tem intensidade de 800N. Suponha que não exista atrito em os corpos e a água. A partir dessas informações, responda:



- a) Represente todas as forças que atuam no rebocador e em cada um dos flutuadores.
- b) Determine a intensidade da **aceleração** do conjunto de flutuadores.
- c) Determine a intensidade da **força de tração** que une o primeiro flutuador ao segundo.

70- (EAMES) Um marinheiro, durante uma faina num navio, empurra, numa superfície horizontal, um conjunto formado por dois blocos A e B de massas 40 kg e 60 kg, respectivamente, exercendo sobre o primeiro uma força horizontal de 50 N, como representado na figura a seguir.



Admitindo-se que **não exista atrito** entre os blocos e a superfície, calcule:

- a) Represente todas as forças que atuam no marinheiro e nos blocos A e B.
 - b) Determine a intensidade da aceleração dos blocos.
 - c) Determine o valor da força que A exerce em B, em newtons.
-


4.13 – A importância das Leis de Newton

Conhecendo-se as Leis de Newton sabemos que, se a soma de forças que atuam no submarino for nula, e se ele estiver parado, vai permanecer parado e se estiver em movimento, vai permanecer em movimento em linha reta e com velocidade constante. Se ele pretende mudar de nível para afundar um pouco mais, é preciso gerar um desequilíbrio entre as Forças Peso e de Empuxo, de modo que a soma dessas forças seja diferente de zero. Isso irá provocar uma aceleração no submarino e consequentemente irá fazer com que ele se movimente na vertical (subindo ou descendo).

Além disso, é importante entender a independência dos movimentos. Quando o submarino se move somente para frente, ele está descrevendo um movimento horizontal. Se ele muda de nível, ele está descrevendo um movimento vertical. Ele pode fazer as duas coisas ao mesmo tempo! No entanto, vamos nos concentrar inicialmente no movimento vertical.




P55: Após as discussões sobre as Leis de Newton, você saberia dizer por que ou para que elas são importantes?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Elas são importantes, pois nos possibilitam estabelecer uma conexão entre as forças que atuam em um corpo com as variáveis que descrevem o movimento, que são: a aceleração, a velocidade e a posição.</p>
---	--

A resposta a esta pergunta está diretamente relacionada à pergunta da página 38, deste material.



P56: Considerando que um corpo está em movimento, como podemos determinar o valor das grandezas posição, velocidade e aceleração, a cada instante, em relação a algum referencial escolhido?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Conhecendo a soma das forças que atuam em um corpo. Podemos calcular a aceleração desse corpo. Com o valor da aceleração podemos calcular como a velocidade do corpo está variando com o tempo. Já com o valor da velocidade do corpo podemos identificar como a posição está variando com tempo.</p>
---	---

5- As Equações do Movimento

Os estudos de Newton nos levaram a entender a relação entre a soma de forças que atuam e um corpo e a aceleração que este corpo adquire. Sabemos também que a aceleração é uma medida da variação da velocidade e que esta é uma medida da variação da posição. Assim, vamos retomar o problema de acertar um alvo com um míssil, ou de se defender dele. Uma vez que a posição do alvo está definida, precisamos saber com que velocidade ele deve se mover para atingir esse alvo em certo intervalo de tempo, e para isso precisamos saber qual aceleração ele deve ter de modo a imprimir a velocidade correta ao mesmo. Para determinar o valor dessa aceleração, precisamos conhecer todas as forças que atuam no míssil.

Já no exemplo do submarino descrito anteriormente, vimos que identificando a soma das forças que atuam no mesmo podemos identificar se ele flutua ou afunda na vertical. Percebemos que se a soma

das forças for igual a zero, o submarino estará em repouso em relação à vertical e sua aceleração também será zero. Já na situação em que a soma das forças que atuam no submarino for diferente de zero e no sentido para baixo, percebemos que o submarino irá afundar. Então concluímos que, se conhecermos o valor da soma das forças que atuam no submarino, podemos calcular o valor da aceleração, da velocidade e da posição do submarino em cada instante. O mesmo vale para o caso em que soma das forças for diferente de zero e no sentido para cima, só que nessa situação o submarino, agora irá submergir.

Outro exemplo é o movimento de um avião. Para que um avião possa subir e descer na vertical devemos conhecer o valor do somatório das forças que atuam no mesmo. Além desse valor, devemos também conhecer o seu sentido, pois assim, saberemos se o avião estará subindo ou descendo. A partir daí sim, podemos determinar as outras grandezas, aceleração, velocidade e posição do avião.

Vamos agora, iniciar a busca pelo valor dessas grandezas, para isso, primeiramente, vamos considerar o caso mais simples: Quando um corpo está sujeito à ação de um conjunto de forças cuja soma é ZERO.


5.1 – Movimento Retilíneo Uniforme

Suponha um avião em voo de cruzeiro, representado na Figura 5.1, onde a ação das turbinas propulsoras (Força Motora) “anula” os efeitos das forças de resistência oferecida pela atmosfera (Força de Arrasto), e a Força de Sustentação das asas “compensa” a força Peso do avião.



Fig. 5.1: Avião em “velocidade de Cruzeiro”.

P57: Considerando a situação descrita acima, e com base no que já foi visto durante as aulas anteriores, que tipo de movimento o avião terá?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>De acordo com a Primeira lei de Newton, vimos que se a soma das forças que atuam em um corpo for zero, como é o exemplo descrito acima, o avião estará em movimento em linha reta e com velocidade constante.</p>
---	---

Pelo que já conhecemos da Primeira Lei de Newton, podemos dizer que ele está se movendo com velocidade constante.

Podemos citar também como exemplo, o submarino do Simulador NOA, representada na Figura 5.2, na qual a força provocada pelo movimento da turbina propulsora (Força Motora) também “anula” os efeitos da resistência (Força de Arrasto) oferecida pela água, e a força de Empuxo “compensa” a força Peso do submarino.

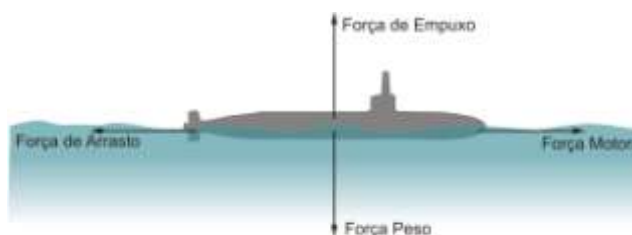



Fig. 5.2: Submarino em movimento com velocidade constante.

? P58: Considerando o exemplo do submarino, você consegue dizer que tipo de movimento o submarino terá?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Essa situação é idêntica a anterior. De acordo com a Primeira lei de Newton, vimos que se a soma das forças que atuam em um corpo for zero, o submarino também estará em movimento em linha reta e com velocidade constante.</p>
---	--

Tomemos agora, a seguinte situação: um submarino se movimentando em uma linha reta e com velocidade constante. Suponha que a velocidade do submarino seja de 10 m/s, como representado na imagem da Figura 5.3, então, a partir da escolha de um referencial (no caso os navios que se encontram logo atrás do submarino), teremos a variação da posição variando com o tempo de acordo com a tabela 5.1.



Fig. 5.3: Submarino se movendo com uma velocidade de 10 m/s em relação aos navios.

Tabela 5.1: Valores da posição medidos a cada segundo, de um submarino em movimento com velocidade constante.

Decorridos	O Submarino percorreu em relação à posição inicial igual a zero	Sua posição é
1s	Posição inicial + 10m	10 m
2s	Posição anterior + 10m	20 m
3s	Posição anterior + 10m	30 m
4s	Posição anterior + 10m	40 m
5s	Posição anterior + 10m	50 m

A tabela 5.1 mostra os valores das posições do submarino, ocupadas a cada um segundo. Como a velocidade é constante e de valor 10 metros por segundo, esse resultado indica que o submarino está, a cada segundo, 10 metros mais distantes do ponto inicial. No entanto, qualquer objeto se movendo nas condições em que a soma de todas as forças que atuam nele for nula, irá apresentar o mesmo padrão de comportamento. Assim, podemos estabelecer uma relação matemática entre a posição e a velocidade. Nas condições descritas acima, se conhecermos quanto tempo ele permaneceu em movimento, podemos através dessa relação matemática saber onde o objeto estará localizado num determinado instante. Vamos agora, estabelecer essa relação matemática seguindo os seguintes passos:

- ✓ Contar o tempo como múltiplos de um segundo;
- ✓ Chamar a posição inicial de x_i
- ✓ Chamar a velocidade constante do objeto de v
- ✓ Chamar a posição que o móvel ocupa a cada momento do movimento de x_f

Assim, a mesma tabela 5.1 acima, poderá ser reescrita da seguinte forma:

Tabela 5.2: Equação que representa a posição de um submarino em movimento com velocidade constante.

Decorridos	O Submarino Percorreu	Sua posição é
$t_1 = t$	$x_i + vt_1$	x_1
$t_2 = 2t$	$x_i + vt_2$	x_2
$t_3 = 3t$	$x_i + vt_3$	x_3
$t_4 = 4t$	$x_i + vt_4$	x_4
$t_5 = 5t$	$x_i + vt_5$	x_5

Então, para o movimento de um objeto qualquer nas condições descritas acima, poderemos utilizar a seguinte relação:

$$x_f = x_i + vt$$

Portanto:

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME - MRU

Quando um objeto se move sob a ação de forças onde a soma de todas elas é nula:

- ✓ Sua **velocidade** é constante v e ele se move em linha reta.
- ✓ Sua **aceleração** será nula, pois a velocidade não varia.
- ✓ Sua **posição** estará variando de acordo com a relação $x_f = x_i + vt$, onde:

x_i é posição inicial do objeto no referencial escolhido

x_f é posição do objeto em um determinado instante t , no referencial escolhido

v é a velocidade constante do objeto no referencial escolhido

t é o intervalo de tempo considerado para a localização final do objeto

Obedecendo a certas condições, essa relação matemática nos permite resolver problemas relacionados não só a movimentos de submarino, bem como movimentos de outros corpos. Podemos por exemplo, conhecendo-se a distância, determinar o tempo de duração de certa viagem. Podemos também determinar a distância a ser percorrida durante um determinado intervalo de tempo conhecido. Isso é importante em determinadas operações de guerra onde, por exemplo, um submarino deve se posicionar estrategicamente em algum ponto e num momento específico, para abater um navio ou outro submarino do inimigo.

Para que isso fique mais claro, podemos citar também o exemplo de um avião viajando em “Velocidade de Cruzeiro”. Conhecendo o valor de sua posição inicial e de sua velocidade, é possível utilizando essa mesma equação, saber a localização do avião em qualquer instante posterior. O mesmo vale para um navio navegando em “Mar de Almirante”.

5.2 – Representação Gráfica da Posição e Velocidade em Função do Tempo

Relação entre a Posição e o Tempo

A partir dos valores da posição e do tempo relacionados ao movimento do submarino e anotados na tabela 5.1, podemos fazer uma representação destes valores em um plano cartesiano de modo a obter uma visualização gráfica da relação entre a Posição e o Tempo. Vamos representar abaixo os valores da **Posição** no eixo vertical y e os valores do **Tempo** no eixo horizontal x .



? P59: Após representar os valores da Posição e do Tempo no gráfico acima, ligue os pontos que indicam os pares ordenados. Que formato de gráfico você encontrou?

Escreva sua resposta aqui.



Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Uma reta inclinada.

Quando o gráfico da relação entre duas variáveis é uma linha reta, significa que existe uma dependência linear ou de primeiro grau entre elas. No exemplo em questão, a relação entre as duas variáveis respeita a condição de que para cada valor da variável independente (no nosso caso o Tempo) existe um único valor para a variável dependente (no nosso caso a Posição). Assim, matematicamente falando, esta relação pode ser vista como uma função. Outro aspecto a ser observado é que os valores da *variável dependente* (Posição) aumentam linearmente à medida que os valores da *variável independente* (Tempo) vão aumentando. Portanto, nos casos em que existe uma relação linear entre as duas variáveis, a função que as descreve é do tipo:

$$f(t) = at + b$$

Onde:

$f(t)$ representa x_f

a representa v

b representa x_i

t representa o tempo t

Por isso é que podemos dizer que a $x_f = x_i + vt$ é a função horária que descreve a **Posição** em função do **Tempo**, de um corpo que se move com velocidade constante na direção determinada pelo eixo x.


5.3 – Interpretando a Inclinação da Reta do Gráfico da Posição em função do Tempo

Quando o gráfico de uma função de duas variáveis é uma reta, tal como observado na situação anterior, a inclinação da reta nos fornece uma informação muito útil. Voltando ao exemplo do submarino, pense em uma situação hipotética em que ele estivesse se movendo com o dobro da velocidade anterior (Tabela 5.1). Medindo-se a posição e o tempo desta nova situação, é possível construir uma nova tabela de valores e também um novo gráfico da Posição em função do Tempo. Os novos valores estão mostrados na tabela abaixo:

Tabela 5.3: A posição de um submarino em movimento com velocidade constante.

Decorridos	O Submarino Percorreu em relação a posição inicial igual a zero	Sua posição é
1s	Posição inicial + 20m	20 m
2s	Posição anterior + 20m	40 m
3s	Posição anterior + 20m	60 m
4s	Posição anterior + 20m	80 m
5s	Posição anterior + 20m	100 m

? P60: Antes de fazer o gráfico desta nova situação, você saberia explicar qual seria a principal diferença entre este gráfico e o anterior?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <hr/> <hr/>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p>  <p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>O gráfico seria uma reta mais inclinada.</p>
---	--



Perceba que a inclinação do gráfico está diretamente relacionada com a velocidade com que um corpo está se movendo. Matematicamente, a inclinação de uma reta pode ser calculada escolhendo-se dois pontos quaisquer sobre a mesma. Em seguida, desenha-se um triângulo retângulo onde dois dos vértices são os pontos escolhidos. Por fim, determina-se o valor de cada cateto e divide-se um pelo outro. Chamando a inclinação de m , temos:

$$m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

No caso do exemplo em questão, Δx representa a distância percorrida no intervalo de tempo Δt . Portanto, pode-se perceber que o coeficiente angular da reta é a velocidade do submarino.

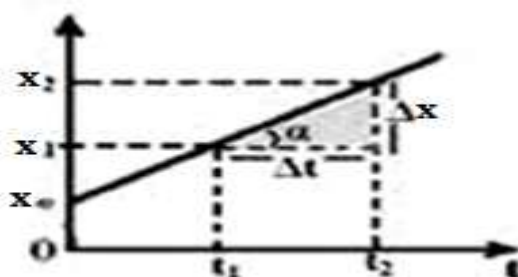


Fig. 5.4: Representação gráfica da inclinação da reta nos fornece o valor da velocidade.

5.4 – Relação entre a Velocidade e o Tempo

Retomemos ao caso do nosso submarino, que está se movimentando com velocidade constante (na primeira situação tem um valor de 10 m/s), podemos também traçar um gráfico da **Velocidade** (eixo y) em função do **Tempo** (eixo x).



P61: Antes de fazer o gráfico, qual seria o formato desse gráfico?

Escreva sua resposta aqui. <hr/> <hr/>	Como você está se sentindo hoje? 	Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui. O gráfico seria uma reta paralela ao eixo x.
---	--------------------------------------	---



Note que neste caso a relação entre as duas variáveis também é do tipo linear, mas a variável dependente (Velocidade) não muda com o aumento da variável independente (Tempo). Nestes casos, matematicamente falando, a mesma função matemática anterior pode ser utilizada, sendo que agora, a variável dependência com o tempo é nula. Assim, teremos simplesmente:

$$f(t) = b,$$

onde:

b representa a velocidade v em qualquer instante (a velocidade é constante)

Vamos explorar um pouco mais essa relação entre a Velocidade e o Tempo. Suponha que o submarino se moveu durante certo intervalo de tempo, que vamos chamar de $\Delta t = t - t_0$. Podemos marcar no gráfico acima estes dois valores de tempo. Desenhando uma reta vertical partindo de cada um destes pontos até chegar na reta que representa a velocidade, é possível desenhar um retângulo. Vamos então calcular a área desse retângulo:

$$A_{\text{retângulo}} = \text{Base} \times \text{Altura}$$

$$A_{\text{retângulo}} = \Delta t \times v$$



P62: Você saberia dizer o que significa o valor encontrado?

Escreva sua resposta aqui. <hr/> <hr/>	Como você está se sentindo hoje? 	Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui. Pela própria definição de velocidade $v = \Delta x / \Delta t$, podemos tirar $\Delta x = v \cdot \Delta t$, este valor significa o deslocamento percorrido Δx pelo submarino em certo intervalo de tempo Δt .
---	--------------------------------------	---

E mais, pode ser mostrado que este resultado é válido para qualquer tipo de movimento.

Resumindo:

INTERPRETAÇÃO GRÁFICA DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME - MRU

Gráfico da **Posição** em função do **Tempo**.

A inclinação da reta deste gráfico significa a velocidade do corpo.

Gráfico da **Velocidade** em função do **Tempo**.

A área sobre o gráfico é o deslocamento percorrido pelo corpo.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 5.1 - Sabendo que uma lancha se movimenta, partindo de uma posição inicial igual a zero (origem dos espaços), com velocidade constante $v = 50 \text{ km/h}$, durante um tempo $t = 3,0 \text{ h}$.

- Determine o valor da soma das forças que atuam na lancha.
- Construa uma tabela com os valores das posições da lancha nos instantes $t_1 = 1\text{h}$, $t_2 = 2\text{h}$ e $t_3 = 3\text{h}$.
- Desenhe o gráfico da posição em função do tempo para o movimento dessa lancha.
- Desenhe o gráfico da velocidade em função do tempo.
- O que representa a área sob o gráfico que você desenhou na letra d? Qual o seu valor?

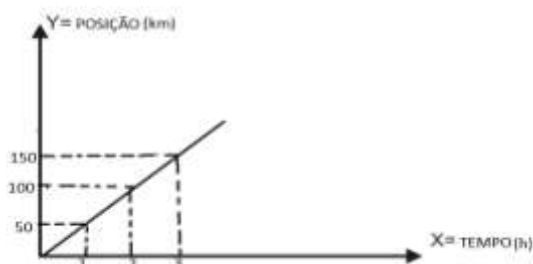
Resolução:

- De acordo com a 1ª Lei de Newton se a soma das forças que atuam em um corpo for igual a zero esse corpo estará em repouso ou em movimento em linha reta com velocidade constante. De acordo com os dados do problema a lancha se movimenta com velocidade constante com isso a soma das forças que atuam na lancha é zero.

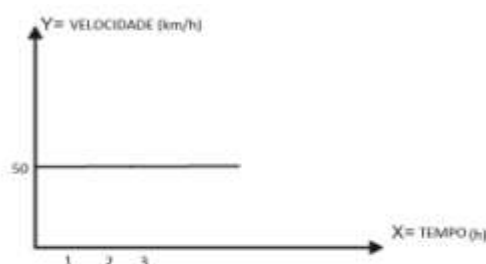
b)

Tempo (h)	Posição (km)
1	50
2	100
3	150

c)



d)



- c) A área sob o gráfico da velocidade em função do tempo representa o espaço percorrido no intervalo de tempo dado. No caso do gráfico da letra “d” o espaço percorrido é a área do triângulo e é de 150m.



“FAXINANDO” A FÍSICA

71- (Alvarenga/2000 – Adaptada) Um marinheiro lhe informa que um navio está em movimento retilíneo uniforme.

- c) O que está indicando o termo “retilíneo”?
d) E o termo “uniforme”?

72- (Alvarenga/2000 – Adaptada) Quando um navio está em movimento retilíneo uniforme, com velocidade v , qual é a expressão matemática que nos permite calcular a posição que o navio se encontra em determinado instante?

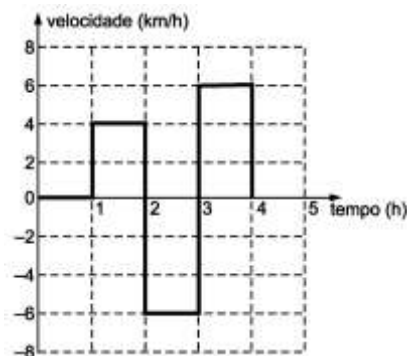
73- Faça um desenho de todas as forças que atuam nos corpos nos seguintes casos:

- a) Um avião se movimentando na horizontal e com velocidade constante.
b) Um submarino se movimentando, totalmente submerso, na horizontal com velocidade constante.
c) Um submarino afundando na vertical.
d) Um submarino submergindo na vertical.

74- (UNESP/2005 - Adaptada) Considere o gráfico de velocidade em função do tempo de um submarino que se move em trajetória retilínea.

No intervalo de 0 a 4 h, o objeto se desloca, em relação ao ponto inicial,

- (A) 0 km.
(B) 1 km.
(C) 2 km.
(D) 4 km.
(E) 8 km.



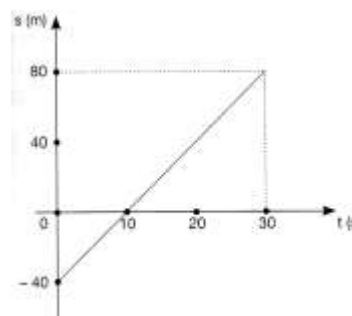
75- Suponha que dois mísseis distintos possuem as respectivas funções horárias: $x_A = 5+t$ e $x_B = 1+3t$. Atente para que a posição dos mísseis é dada em metros e para que o tempo é fornecido em segundos. Determine:

- a) o instante em que estes mísseis se encontrarão.
b) a posição do encontro.

76- Um navio percorre em uma viagem de acordo com a função horária $x = -40 + 80.t$, onde x é dado em km e t em horas. Determine o instante em que o navio passa pela origem das posições.

77- (UEMS- Adaptada) Com base no gráfico, referente ao movimento de um barco, podemos afirmar que:

- (A) a função horária do movimento é $s = 40 + 4t$.
- (B) o barco tem velocidade nula em $t = 20s$.
- (C) o barco passa pela origem em 20 s.
- (D) a velocidade é constante e vale 4 m/s.
- (E) o móvel inverte o sentido do movimento no instante $t = 10$ s.



5.5 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Da discussão do experimento 6 (página 60), pudemos estabelecer a relação matemática entre a soma de forças não nula e movimento de um corpo. Ficando conhecido como a **Segunda Lei de Newton**:

SEGUNDA LEI DE NEWTON

Se a soma de forças que atuam em um corpo de massa m for não nula, seu movimento será acelerado, cujo valor poderá ser calculado pela expressão:

$$\sum F_{ext} = ma$$

A segunda lei de Newton ou princípio fundamental da Dinâmica estabelece que o movimento de um corpo é proporcional à soma das forças que atuam nele. Ela é constantemente utilizada em Física, na análise de um grande número de problemas. É através dela que, observando o movimento de um objeto e determinando o valor da soma das forças que atuam no corpo, podemos calcular o valor da aceleração que esse corpo está submetido.

A partir desse cálculo, podemos determinar o valor da velocidade do corpo e da posição que ele ocupará em qualquer instante, isto é, podemos descrever o movimento desse corpo.

Vamos estabelecer as relações entre a soma das forças, a aceleração, a velocidade e a posição dos corpos em determinado instante. Para isso, vamos retomar uma situação do Simulador NOA apresentado na página 54.



USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR...

Realizando a 3ª Simulação: Simulador do movimento de Submarino.

- ✓ Escolha densidade do submarino igual a 1,25.




P63: O que ocorre com o movimento do submarino?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div> <p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Como a densidade do submarino é maior que a da água. O valor da força Peso do submarino se torna maior que a força de Empuxo. A soma das forças é CONSTANTE e diferente de zero, e tem sentido para baixo. O submarino irá afundar com uma aceleração diferente de zero.</p>
---	---

Observamos que o indicador de velocidade do Simulador mostra que o submarino afundará com uma aceleração constante de valor igual a 2 m/s^2 . Vale ressaltar que o valor da aceleração poderia ser obtido,

numa situação real, conhecendo-se os valores da soma das forças que atuam no submarino, da massa do submarino e utilizando a equação $\sum F_{ext} = ma$ da 2ª lei de Newton.

P64: O que significa dizer que a aceleração constante do submarino nessa situação corresponde a 2m/s^2 ?

Escreva sua resposta aqui. <hr/> <hr/>	Como você está se sentindo hoje? 	Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui. Significa dizer que a velocidade do submarino sofre uma alteração, no caso um aumento, de sua velocidade de 2m/s a cada 1 segundo.
---	---	--

Nessa seguinte situação: o submarino está se movimentando em uma linha reta, na vertical e com uma aceleração constante e com um valor igual a 2 m/s^2 . A partir de um Referencial (podemos considerar a superfície da água), podemos representar numa tabela a variação da velocidade com o tempo:

Tabela 5.4: Valores da velocidade medidos a cada segundo, de um submarino em movimento com aceleração constante.

Decorridos	Sua velocidade vertical será
0s	0 m/s
1s	2 m/s
2s	4 m/s
3s	6 m/s
4s	8 m/s

A tabela 5.4 acima mostra os valores das velocidades do submarino, a cada um segundo. Como a aceleração é constante e de valor 2 m/s^2 , esse resultado indica que o submarino está, a cada segundo, com uma velocidade 2 metros por segundo maior. No entanto, qualquer objeto se movendo nas condições em que a soma de todas as forças que atuam nele for não nula, irá apresentar o mesmo padrão de comportamento. Assim, podemos estabelecer uma relação matemática entre a velocidade e a aceleração. Nas condições descritas acima, se conhecermos quanto tempo ele permaneceu em movimento, podemos através dessa relação matemática saber com qual velocidade o objeto estará num determinado instante. Vamos agora, estabelecer essa relação matemática seguindo os seguintes passos:

- ✓ Contar o tempo como múltiplos de um segundo;
- ✓ Chamar a velocidade inicial de v_i ;
- ✓ Chamar a aceleração constante do objeto de a ;
- ✓ Chamar a velocidade que o móvel tem a cada momento do movimento de v_f ;

Assim, a mesma tabela 5.4 acima, poderá ser reescrita da seguinte forma:

Tabela 5.5: Equação que representa a velocidade de um submarino em movimento com aceleração constante.

Decorridos	O Submarino terá uma velocidade vertical	Sua velocidade nesse instante será
$t_1 = t$	$v_i + at_1$	v_1
$t_2 = 2t$	$v_i + at_2$	v_2
$t_3 = 3t$	$v_i + at_3$	v_3
$t_4 = 4t$	$v_i + at_4$	v_4
$t_5 = 5t$	$v_i + at_5$	v_5

Então, para o movimento de um objeto qualquer nas condições descritas acima, poderemos utilizar a seguinte relação:

$$v_f = v_i + at$$

Portanto:

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE - MRUV

Quando um objeto se move em linha reta sob a ação de forças onde a soma de todas elas é NÃO nula:

- ✓ Sua **aceleração** é constante a e ele se move em linha reta.
- ✓ A velocidade varia de maneira uniforme (sofre variações iguais em intervalos de tempos iguais).
- ✓ Sua **velocidade** estará variando de acordo com a relação $v_f = v_i + at$, onde:

v_i é velocidade inicial do objeto no referencial escolhido

v_f é velocidade do objeto em um determinado instante t , no referencial escolhido

a é a aceleração constante do objeto no referencial escolhido

t é o intervalo de tempo considerado para a localização final do objeto

Obedecendo a certas condições, essa relação matemática nos permite resolver problemas relacionados não só a movimentos de submarino, bem como movimentos de outros corpos. Podemos por exemplo, conhecendo-se o valor da aceleração, determinar a velocidade que um determinado corpo terá em certo momento de uma viagem. Isso é importante em determinadas operações de guerra onde, por exemplo, um submarino deve se posicionar estrategicamente em algum ponto e num momento específico, para abater um navio ou outro submarino do inimigo. Nessa situação, além de sabermos a posição do nosso inimigo, devemos saber se essa posição está variando ou não com o tempo. Se estiver variando, de que forma se dá essa variação, ou seja, sabermos o valor da velocidade do nosso inimigo.

Podemos citar como exemplo para essa situação, um avião decolando em uma pista de um porta-aviões. Conhecendo o valor da sua aceleração e sua velocidade inicial, é possível utilizando essa mesma equação, saber a velocidade que o avião deverá ter para fazer a decolagem em segurança.

5.6 – Representação Gráfica da Posição e Velocidade em Função do Tempo

Relação entre a velocidade e o Tempo

A partir dos valores da velocidade e do tempo relacionados ao movimento do submarino e anotados na tabela 5.4, podemos fazer uma representação destes valores em um plano cartesiano de modo a obter uma visualização gráfica da relação entre a Velocidade e o Tempo. Vamos representar abaixo os valores da **Velocidade** no eixo y e os valores do **Tempo** no eixo x.





P65: Após representar os valores da Velocidade e do Tempo no gráfico, ligue os pontos que indicam os pares ordenados. Que formato de gráfico você encontrou?

Escreva sua resposta aqui.



Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Uma reta inclinada.

Como vimos anteriormente, existe uma relação linear entre essas duas variáveis, significando que existe uma dependência de primeiro grau entre elas. No exemplo em questão, a relação entre as duas variáveis também respeita a condição de que para cada valor da variável independente (no nosso caso o Tempo) existe um único valor para a variável dependente (no nosso caso a Velocidade). Assim, matematicamente falando, esta relação também pode ser vista como uma função. Outro aspecto a ser observado é que os valores da *variável dependente* (Velocidade) aumentam linearmente à medida que os valores da *variável independente* (Tempo) vão aumentando. A função que as descreve é, novamente, do tipo:

$$f(t) = at + b$$

Onde:

$f(t)$ representa v_f

a representa a

b representa v_i

t representa o tempo t

Por isso é que podemos dizer que a $v_f = v_i + at$ é a função horária que descreve a **Velocidade** em função do **Tempo**, de um corpo que se move com aceleração constante.


5.7 – Interpretando a Inclinação da Reta do Gráfico da Velocidade em função do Tempo

Vimos, na seção 5.3, que para o Movimento Retilíneo Uniforme, a inclinação da reta do gráfico da Posição em função do Tempo, nos fornece o valor da velocidade. A inclinação da reta no gráfico da Velocidade em função do Tempo, do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, nos fornece também uma informação muito útil. Voltando na Tabela 5.4 da página 92 podemos com os valores da velocidade e do tempo traçar um gráfico abaixo:




Observe que o gráfico acima também é uma reta, portanto, como foi visto na página 87, podemos calcular a inclinação dessa reta.

? P66: Utilizando as informações do gráfico acima, calcule a inclinação dessa reta?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p> 	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p>
		<p>A inclinação da reta é $m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ é igual a 2 m/s.</p>

? P67: O valor encontrado acima coincide com qual valor? Numericamente o que ele representa?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p> 	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p>
		<p>O valor encontrado coincide com o valor da aceleração. Então, no MRUV, a inclinação da reta representa numericamente a aceleração do corpo.</p>

Podemos perceber, então, que a inclinação do gráfico está diretamente relacionada com a aceleração com que um corpo está se movendo. Como vimos, matematicamente, a inclinação de uma reta pode ser calculada escolhendo-se dois pontos quaisquer sobre a mesma. Em seguida, desenha-se um triângulo retângulo onde dois dos vértices são os pontos escolhidos. Por fim, determina-se o valor de cada cateto e divide-se um pelo outro. Chamando a inclinação de m , temos:

$$m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

No caso do exemplo em questão, Δv representa a variação da velocidade no intervalo de tempo Δt . Portanto, pode-se perceber que o coeficiente angular da reta é a aceleração do submarino.

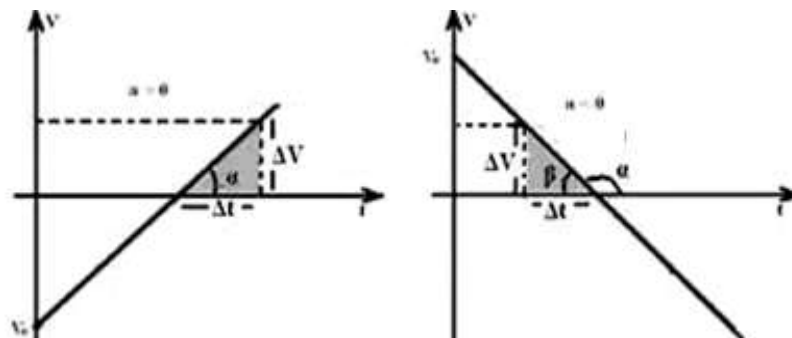



Fig. 5.5: Representação gráfica da inclinação da reta que nos fornece o valor da aceleração.

5.8 – Relação entre a Aceleração e o Tempo

Retomemos a situação do Simulador NOA, que está se movimentando com uma aceleração constante (2m/s^2), podemos também traçar um gráfico da **Aceleração** (eixo y) em função do **Tempo** (eixo x).

? P68: Antes de fazer o gráfico, qual seria o formato desse gráfico?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Como você está se sentindo hoje?</p> 	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p>
		<p>O gráfico seria uma reta paralela ao eixo x.</p>



Note que, essa situação é semelhante ao tópico 5.4 da página 88, apresentado anteriormente, ou seja, a relação entre as duas variáveis também é do tipo linear, mas a variável dependente (Aceleração) não muda com o aumento da variável independente (Tempo). Novamente, matematicamente falando, a função matemática $f(t) = at + b$ pode ser utilizada, sendo que agora, a variável dependência com o tempo é nula. Assim, teremos simplesmente:

$$f(t) = b$$

Onde:

b representa a velocidade a em qualquer instante (a aceleração é constante)

Podemos também, como foi feito na página 88, explorar um pouco mais essa relação entre a Aceleração e o Tempo. Suponha que o submarino do Simulador NOA se moveu durante certo intervalo de tempo, que vamos chamar de $\Delta t = t - t_0$. Podemos marcar no gráfico (final da página 95) dois valores de tempo. Desenhando uma reta vertical partindo de cada um destes pontos até chegar na reta que representa a aceleração, é possível desenhar um retângulo. Vamos então calcular a área desse retângulo:

$$A_{\text{retângulo}} = \text{Base} \times \text{Altura}$$

$$A_{\text{retângulo}} = \Delta t \times a$$



P69: Você saberia dizer o que significa o valor encontrado?

Escreva sua resposta aqui. _____ _____ _____	Como você está se sentindo hoje? 	Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui. Pela própria definição de aceleração $a = \Delta v / \Delta t$, podemos tirar $\Delta v = a \cdot \Delta t$, este valor significa a variação da velocidade Δv que o submarino sofreu em certo intervalo de tempo Δt .
---	--------------------------------------	--

No gráfico da aceleração escalar (a) em função do tempo (t) dado a seguir, vamos calcular a “área” A limitado pelo gráfico e pelo eixo dos tempos nos instante t_1 e t_2 .

$$A = \Delta t \cdot a \text{ (I)}$$

Como $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \Delta v = \Delta t \cdot a \text{ (II)}$

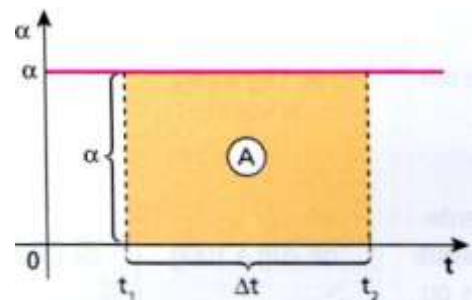


Fig 5.4 – Retirada do livro Tópicos de Física do Gualter.

Comparando (I) e (II), concluímos que:

$$A = \Delta v$$

No gráfico da aceleração escalar (a) em função do tempo (t), a “área” entre gráfico e o eixo dos tempos, calculada entre dois instantes t_1 e t_2 , expressa a variação da velocidade escalar entre t_1 e t_2 .

$$\text{“Área”} = \Delta v = v_2 - v_1$$

E mais, pode ser mostrado que este resultado é válido para qualquer tipo de movimento.

Resumindo:

INTERPRETAÇÃO GRÁFICA DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO - MRUV

Gráfico da **Velocidade** em função do **Tempo**.

A inclinação da reta deste gráfico significa a aceleração do corpo.

Gráfico da **Aceleração** em função do **Tempo**.

A área sobre o gráfico é a variação da velocidade sofrida pelo corpo.

5.9 – Relação entre a Posição e o Tempo



Considere o submarino do simulador NOA, será que é possível sabermos qual a sua posição (localização) em um determinado instante?

Até o momento vimos que se conhecermos o valores da soma das forças que atuam no submarino e de sua massa, poderemos calcular os valores da aceleração e da velocidade que o submarino está submetido. Podemos observar também através do Simulador NOA, que a posição (profundidade) varia com tempo. Vamos agora, estabelecer uma relação entre essa posição do submarino e o tempo. Para isso, vamos supor que o submarino está em movimento uniformemente variado numa trajetória orientada.

E no instante $t_0 = 0$ (origem dos espaços) o submarino esteja com a posição x_0 e com uma velocidade escalar v_0 .

No instante posterior t , a posição passa a ser s e a velocidade é v . Queremos encontrar a expressão de s em função de t . Para isso, podemos traçar um gráfico $v \times t$ representado na Figura 5.5.

Como vimos no item 5.4 da página 88 podemos encontrar através do cálculo da área do Gráfico $v \times t$ a variação da posição do corpo.

A “área” destacada na figura expressa a variação da posição Δx de 0 a t .

$$\Delta x = \frac{(v_i + v)}{2} \cdot t$$

Lembrando que $v = v_i + a t$, temos que:

$$\Delta x = \frac{(v_i + v_i + at)}{2} \cdot t = v_i t + \frac{a}{2} t^2$$

Como $\Delta s = s - s_0$, vem:

$$x - x_0 = v_i t + \frac{a}{2} t^2$$

Assim, chegamos à função horária dos espaços num MRUV.

$$x - x_0 = v_i t + \frac{a}{2} t^2$$

Note que essa função é do segundo grau em t . Em muitas situações é mais conveniente escrever da seguinte forma a função obtida:

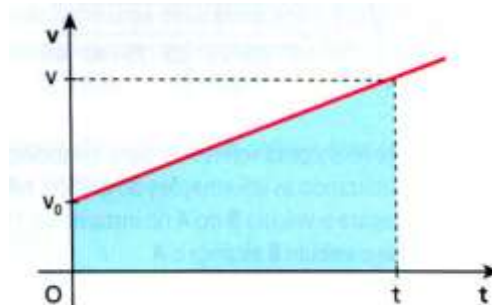


Fig 5.5 – Retirada do livro *Tópicos de Física* do Gualter.

$$\Delta x = v_i t + \frac{a}{2} t^2$$

Em que Δx é o deslocamento (variação da posição) ocorrido desde o instante $t_0 = 0$ até o instante t .

Resumindo:

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE - MRUV

Quando um objeto se move em linha reta sob a ação de forças onde a soma de todas elas é NÃO nula:

- ✓ Sua **aceleração** é constante a e ele se move em linha reta.
- ✓ A velocidade varia de maneira uniforme (sofre variações iguais em intervalos de tempos iguais).
- ✓ Sua **velocidade** estará variando de acordo com a relação $v_f = v_i + at$, onde:

v_i representa a velocidade inicial do objeto no referencial escolhido

v_f representa a velocidade do objeto em um determinado instante t , no referencial escolhido

a representa a aceleração constante do objeto no referencial escolhido

t representa o intervalo de tempo considerado para a localização final do objeto

- ✓ Sua **posição** estará variando de acordo com a relação $\Delta x = v_i t + \frac{a}{2} t^2$, onde:

v_i representa a velocidade inicial do objeto no referencial escolhido

$\Delta x = x - x_i$ representa a variação da posição do objeto no referencial escolhido

a representa a aceleração constante do objeto no referencial escolhido

t representa o intervalo de tempo considerado para a localização final do objeto



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 5.2 – (Pietrocola/2011 – Adaptada) O movimento de um barco teve as velocidades anotadas e tabeladas em função do tempo.

t (h)	0	5	10	15	20
v (km/h)	18	33	48	63	78

Determine a velocidade inicial e a aceleração do barco. Classifique seu movimento e trace o respectivo gráfico horário da velocidade.

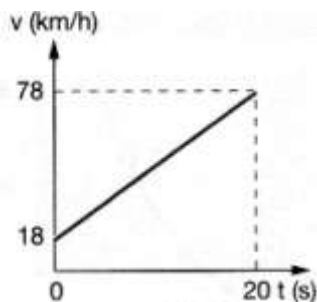
Resolução:

A velocidade inicial é determinada pela leitura da tabela, uma vez que se refere à velocidade do barco no instante $t = 0$, $v_i = 18 \text{ km/h}$.

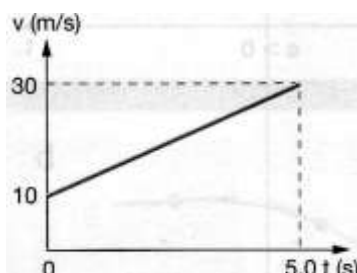
A aceleração pode ser determinada diretamente pela equação:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_i}{t - t_i} = \frac{78 - 18}{20 - 0} = \frac{60}{20} = 3 \text{ km/h}$$

Trata-se de um movimento progressivo ($v > 0$) acelerado (módulo de v aumenta), e o gráfico horário é mostrado abaixo.



R 5.3 – (Pietrocola/2011 – Adaptada) O gráfico abaixo é o da velocidade de uma lancha em MRUV que se dá em trajetória retilínea. Calcule a aceleração média da lancha e seu deslocamento em 5 s.



Resolução:

A aceleração pode ser calculada através da inclinação da reta no gráfico $v \times t$:

$$a = \frac{30 - 10}{5 - 0} = \frac{20}{5} = 4,0 \text{ m/s}^2$$

O deslocamento pode ser calculado através da área da figura geométrica entre a reta e o eixo horizontal, no caso um trapézio:

$$A = \frac{(B + b)h}{2} \rightarrow \Delta x = \frac{(30 + 10) \cdot 5}{2} = 20 \cdot 5 = 100 \text{ m}$$

R 5.4 – (Pietrocola/2011 – Adaptada) Um avião parte do repouso e em 20 s alcança a velocidade de colagem de 360 km/h. Supondo que seu movimento seja uniformemente acelerado.

- Determine o valor da aceleração e do deslocamento do avião durante o movimento.
- Esboce os gráficos da velocidade em função do tempo e da posição em função do tempo.

Resolução:

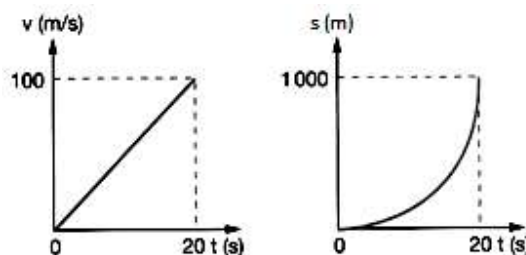
a) O avião acelera de 0 a 360 km/h em 20 s, logo sua aceleração será:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_i}{t - t_i} = \frac{100 - 0}{20 - 0} = \frac{100}{20} = 5,0 \text{ m/s}^2$$

O deslocamento pode ser obtido pela função horária da posição ou pela área do gráfico horário da velocidade. Pela função horária da posição, temos de definir $x_i = 0$, adotando o marco zero da pista em sua cabeceira, de onde o avião parte, e $v_i = 0$, o avião parte do repouso. Assim, a função horária da posição se resume em:

$$x = x_i + v_i t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} = \frac{5 \cdot (20)^2}{2} = 1000 \text{ m}$$

b) Os gráficos horários estão representados abaixo:



“FAXINANDO” A FÍSICA

78- (Pietrocola/2011 – Adaptada) Qual a diferença entre:

- velocidade e aceleração?
- velocidade constante e aceleração constante?

79- (Pietrocola/2011 – Adaptada) O movimento de um barco, em relação a um determinado referencial, tem velocidades em função do tempo, indicadas na tabela.

t (h)	0	1	2	3	4	5	6	7
v (km/h)	3	5	7	9	11	13	15	17

- Determine a velocidade inicial e a aceleração média do barco.
- Classifique o movimento em progressivo ou retrógrado.
- Trace o gráfico dos dados da tabela.

80- (Pietrocola/2011 – Adaptada) Um navio desloca-se num movimento retilíneo segundo a equação horária $x = -28 + 3t + t^2$. Sendo a posição em metros e o tempo em segundos, determine:

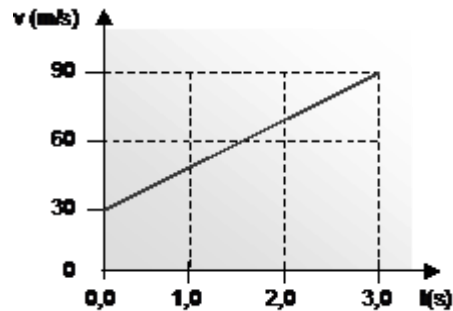
- A função horária da velocidade.
- O instante em que o navio passa pela origem do sistema de coordenadas.

81- (Pietrocola/2011 – Adaptada) sobre uma hidrovia, um barco viaja segundo o gráfico da velocidade abaixo. Sabe-se que no instante $t = 0$ s barco se encontra a 50 m do marco zero da hidrovia no sentido positivo de sua orientação.

- Trace o gráfico correspondente da aceleração.
- Escreva as respectivas equações horárias da posição e da velocidade.
- Determine o deslocamento do barco nos primeiros 5 s de movimento.
- Determine a variação de sua velocidade entre os instantes 2 s e 15 s.
- Classifique o movimento em: progressivo - retrógrado – acelerado - retardado.

82- (Pietrocola/2011 – Adaptada) Um barco viaja no sentido retrógrado de uma trajetória, aumentando sua velocidade de modo uniforme, a partir do repouso, para 72 km/h em 10 s. Determine o valor de sua aceleração, em m/s^2 , e esboce os gráficos horários da posição e da sua velocidade. Suponha que o barco parta da posição 100m.

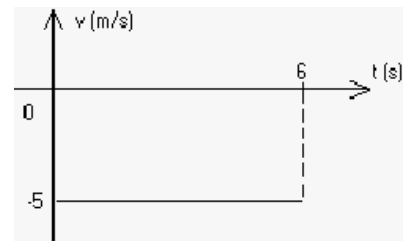
83- (UFPE/2002 – Adaptada) O gráfico abaixo representa a velocidade escalar de um barco em função do tempo. Determine o valor da aceleração do barco, em m/s^2 ?



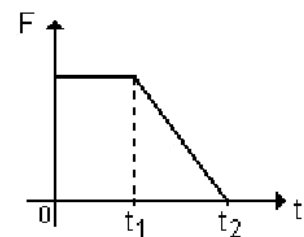
84- (UNIFENAS MG/2001 – Adaptada) Um pequeno barco de madeira de massa igual a 4 kg está se movendo com velocidade de 12 m/s em uma piscina na horizontal e sem atrito. A partir de certo instante atua uma força constante de 2 N, em sentido contrário à velocidade, retardando o movimento.

O tempo que o barco leva até parar, em segundos, é:

- (A) 30
- (B) 24
- (C) 12
- (D) 6
- (E) 4



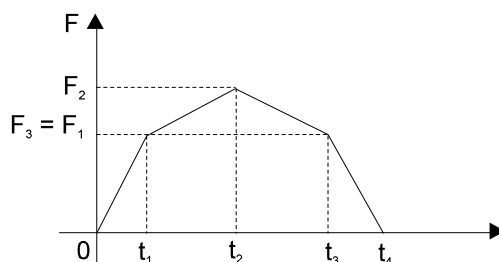
85- (FURG RS/2003 – Adaptada) Um barco de massa "m" move-se em linha reta e com velocidade constante no mar sem atrito. No instante $t = 0$, uma força F , representada no gráfico, passa a atuar sobre o barco, na mesma direção e sentido do seu movimento. Em relação à velocidade do barco, podemos afirmar que ela:



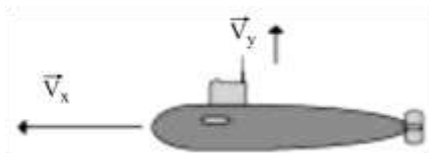
- (A) permanece constante no intervalo 0 a t_1 e o movimento inverte a partir de t_1 .
- (B) permanece constante no intervalo 0 a t_1 e diminui no intervalo t_1 a t_2 .
- (C) permanece constante no intervalo 0 a t_1 e cresce no intervalo t_1 a t_2 .
- (D) cresce no intervalo 0 a t_1 , mas decresce no intervalo seguinte, chegando ao repouso no instante t_2 .
- (E) cresce no intervalo 0 a t_1 e continua a crescer no intervalo t_1 a t_2 .

86- (UNIFOR CE/1998 – Adaptada) O gráfico representa a força resultante sobre um navio, em função do tempo. A velocidade máxima e a aceleração máxima do navio ocorrem, respectivamente, nos instantes

- (A) t_4 e t_2
 (B) t_4 e t_1
 (C) t_2 e t_4
 (D) t_2 e t_2
 (E) t_2 e t_1



87- (UFSCar SP/2007 – Adaptada) O submarino navegava com velocidade constante, nivelado a 150 m de profundidade, quando seu capitão decide levar lentamente a embarcação à tona, sem contudo abandonar o movimento à frente. Comunica a intenção ao timoneiro, que procede ao esvaziamento dos tanques de lastro, controlando-os de tal modo que a velocidade de subida da nave fosse constante.



Se a velocidade horizontal antes da manobra era de 18,0 km/h e foi mantida, supondo que a subida tenha se dado com velocidade constante de 0,9 km/h, determine o valor do deslocamento horizontal que a nave realizou, do momento em que o timoneiro iniciou a operação até o instante em que a nau chegou à superfície foi, em m, de

- (A) 4 800
 (B) 3 000
 (C) 2 500
 (D) 1 600
 (E) 1 20

Além dessas duas equações apresentadas no resumo da página 98, podemos estabelecer outra que nos será muito útil e permitirá, ainda, resolver problemas onde no qual o valor do tempo não é fornecido. Para exemplificar esse tipo de situação apresentamos o seguinte problema:

? Qual o valor da aceleração que os motores devem imprimir a um avião para que, na decolagem, partindo do repouso e em movimento uniformemente variado possa atingir uma velocidade de 80 m/s numa pista de 1600 m de comprimento?

Observe que no problema apresentado acima não é fornecido o valor do tempo de duração da decolagem. O físico Evangelista Torricelli desenvolveu, matematicamente, uma equação que levou o seu

nome e nos permite resolver esse tipo de situação. Vamos a seguir, fazer o mesmo desenvolvimento de Torricelli e encontrar essa equação.

5.10 – Equação de Torricelli.

Já vimos que, conhecendo o valor da velocidade v_i e da aceleração a de um corpo em movimento uniformemente variado, podemos escrever as seguintes expressões:

$$v = v_i + a t \quad \text{e} \quad x - x_i = v_i t + \frac{a}{2} t^2$$

Essas equações nos permitem calcular a velocidade e a posição da partícula em um determinado instante. Como vimos no exemplo do avião decolando em um porta-aviões, pode acontecer que tenhamos a necessidade de calcular a velocidade do corpo após ter percorrido certa distância, sem que seja conhecido o tempo t do movimento. Isto pode ser feito facilmente, isolando o valor de t na primeira equação:

$$t = \frac{v - v_i}{a}$$

e substituindo este valor na segunda equação, temos:

$$\Delta x = v_i + \frac{v - v_i}{a} + \frac{1}{2} \cdot a \left(\frac{v - v_i}{a} \right)^2$$

Efetuada o desenvolvimento matemático e simplificando (faça isto), obtemos:

$$v^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$$

Com esta expressão podemos calcular a velocidade v em função do deslocamento Δx (sem conhecer o tempo t).



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 5.5 – (Pietrocola/2011) Os grandes aviões comerciais possuem velocidade de cruzeiro entre 700 km/h e 900 km/h. Durante a operação de aterrissagem, eles diminuem drasticamente a velocidade e fazem o pouso com velocidade entre 150 km/h e 250 km/h. Suponha que, durante o pouso, um avião toque a pista com 180 km/h de velocidade e inicie uma desaceleração de 4 m/s^2 . Qual deve ser o tamanho da pista para que ele consiga fazer o pouso?



Fig 5.5 – Avião pousando. Imagem retirada do site: <http://www.arrobazona.com/30-segredos-sobre-avioes-e-voos/>

Resolução:

- a) A situação apresentada nos fornece dois dados, a velocidade inicial do avião, $v_i = 180 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, e a desaceleração que o sistema de freios consegue imprimir na aeronave, $a = -4 \text{ m/s}^2$. Apesar de o valor dado no enunciado para a aceleração ser positivo, por se tratar de um movimento retardado a aceleração deve ser negativa (com relação à velocidade positiva) e por isso é chamada desaceleração. Além disso, temos de assumir que no fim do pouso a velocidade do avião é nula, portanto $v = 0$.

Assim, com a equação de Torricelli, podemos determinar o espaço percorrido para a frenagem total do avião:

$$v^2 = v_i^2 + 2 a \Delta x$$

$$0^2 = 50^2 + 2 \cdot (-4) \cdot \Delta x$$

$$8\Delta x = 2500$$

$$\Delta x = 312,5 \text{ m}$$

Para saber o tempo gasto para o pouso, podemos escrever a equação horária da velocidade:

$$v = v_i + at$$

$$0 = 50 - 4t$$

$$t = 12,5 \text{ s}$$



“FAXINANDO” A FÍSICA

88- (MACK SP/2006 – Adaptada) Um pequeno barco partiu do repouso num ponto em linha reta de um rio. No instante em que percorreu 200 m, praticamente com aceleração constante, sua velocidade escalar era de 57,6 km/h. A aceleração escalar do barco, nesse trecho do rio, foi:

- (A) 12,5 m/s²
- (B) 8,3 m/s²
- (C) 6,4 m/s²
- (D) 0,83 m/s²
- (E) 0,64 m/s²

89- (FUVEST SP/1996 – Adaptada) Uma lancha viaja com velocidade de 90 km/h (ou seja, 25m/s) em linha reta no mar quando, subitamente, o piloto vê uma pequena ilha a sua frente. Entre o instante em que o piloto avista a ilha e aquele em que começa a frear, a lancha percorre 15m. Se o piloto frear a lancha a uma taxa constante de 5,0m/s², mantendo-o em sua trajetória retilínea, ele só evitará atingir a ilha, se o tiver percebido a uma distância de, no mínimo,

- (A) 15m
- (B) 31,25m
- (C) 52,5m
- (D) 77,5m
- (E) 125m

90- (Gualter/2008) Um foguete parte do repouso de uma plataforma de lançamento, com aceleração escalar de 440 m/s², suposta constante, que é mantida nos primeiros 19,8 m da subida. Determine:

- a) a velocidade escalar do foguete no final desse deslocamento.
- b) o tempo decorrido para essa velocidade ser atingida.



GABARITO DO "FAXINANDO" A FÍSICA

Pág. 7 e 8.

- 1- Um número muito grande ou muito pequeno, sempre pode ser escrito sob a forma de um produto de um número, compreendido entre 1 e 10, multiplicado por outro expresso por uma potência de 10 adequada. A utilização da Notação Científica facilita a escrita, a pronúncia e as operações matemáticas. Exemplo: $1000 = 10^3$ e $0,01 = 10^{-2}$
- 2-
- $8,42 \cdot 10^2$
 - $3,7 \cdot 10^{-3}$
 - $6,23 \cdot 10^4$
 - $2 \cdot 10^{-5}$
- 3-
- Repetindo o valor da base e somando os valores dos expoentes.
 - Repetindo o valor da base e subtraindo os valores dos expoentes.
 - Repetindo o valor da base e multiplica os valores dos expoentes.
 - Quando o índice da potência apresenta o mesmo índice da raiz, ambos se anulam. Quando forem múltiplos podemos simplificar.
 - Só podemos somar ou subtrair potências se as bases forem iguais. Quando elas não tiverem bases iguais, devemos transformá-las em potências de mesma base, após isso podemos fazer a operação matemática.
- 4-
- $6,3 \cdot 10^4$
 - $1,82 \cdot 10^{-4}$
 - $1,25 \cdot 10^{-7}$
 - $5 \cdot 10^2$
 - $-3,20 \cdot 10^3$
 - $4,36 \cdot 10^7$
- 5-
- $2000000 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^6 \text{ cm}^2$
 - $0,000005 \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
 - $0,008 \text{ kg} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

6- $3,89 \cdot 10^6 \text{ km}^2$

7-

a) $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

b) $1,296 \cdot 10^6 \text{ s}$

c) $9,7 \cdot 10^7 \text{ m}$

d) $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

8-

a) $1,6 \cdot 10^{-17} \text{ C}$

b) $1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

c) $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

d) $6,67 \cdot 10^{-12} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

Pág. 27 e 28.

- 9- São corpos dotados de massa que tem dimensões consideradas desprezíveis em relação ao sistema em que se encontra e que desejamos estudar. Corpos extensos são corpos dotados de massa cujas dimensões, em relação ao meio em que se encontra, não podem ser desprezadas.
- 10- Porque, em muitas situações, a extensão do corpo não precisa ser considerada para que o estudo seja desenvolvido. Dessa maneira, a descrição da situação pode ser feita considerando tal corpo como um ponto material, ou seja, com dimensão desprezível.
- 11- Um navio navegando no Oceano Atlântico, um avião voando em relação a Terra, um míssil se deslocando entre dois Continentes.
- 12- Um submarino realizando reparo em relação ao estaleiro, um marinheiro caminhando em um pequeno barco, um míssil dentro da cápsula de lançamento.
- 13-
- O pincel está em movimento em relação ao quadro branco.
 - O quadro branco está em repouso em relação ao chão.
 - O quadro branco está em movimento em relação ao pincel.

14-

- a) Não, a embarcação A pode estar em repouso em relação a C.
 b) Não, só podemos garantir isso se as velocidades de A e C forem diferentes.

15- D

16-

- a) $x_0 = -2 \text{ m}$
 b) $x = 0 \text{ m}$
 c) $d = 8 \text{ m}$

17-

- a) $x_{\text{Fortaleza}} = 0 \text{ km}$, $x_{\text{Recife}} = 778 \text{ km}$,
 $x_{\text{Salvador}} = 1623 \text{ km}$, $x_{\text{Vitória}} = 2503 \text{ km}$ e
 $x_{\text{Rio de Janeiro}} = 3004 \text{ km}$
 b) $d_I = 778 \text{ km}$, $d_{II} = 880 \text{ km}$,
 $d_{III} = 3004 \text{ km}$

Pág. 32, 33, 34 e 35.

18- D

19- 25 s

20- C

21- E

22- C

23- C

24- A

25- E

26- C

27- C

28-

- a) 60 h
 b) 55 h
 c) 10 h

29-

- a) 8 s
 b) 1200 m

Pág. 37 e 38.

30-

- a) 4 km/h/s e $1,1 \text{ m/s}^2$

- b) Significa que a cada u, segundo a velocidade da lancha sofre um aumento de 1,1 metros por segundo.

31-

- a) $a_m = 4 \text{ m/s}^2$
 b) Não, pois a lancha pode ter sofrido variações diferentes de velocidades em cada instante.

32- D

33- D

Pág. 44.

34-

- a) Os vetores **b** e **c**.
 b) Não existe nenhum vetor igual, pois nenhum deles possui o mesmo módulo, direção e sentido.
 c) Os vetores **d** é perpendicular aos vetores **b** e **c**.

Pág. 47, 48 e 49.

35-

- a) $\sum F = 70 \text{ N}$
 b) $\sum F = 10 \text{ N}$
 c) $\sum F = 50 \text{ N}$

36- D

37- V, V, F, V e V

38- A

39- B

40- E

41- D

42- A

43- 10 km

44- 50 km/h

Pág. 60.

45-

- a) A aceleração é nula.
 b) A velocidade da lancha é constante.
 c) A lancha percorre distâncias iguais em intervalos de tempos iguais.

46- C

Pág. 66.

47- $F = 3000 \text{ N}$

48- $a = 500 \text{ m/s}^2$

49- B

50-

a) $a = 0,7 \text{ m/s}^2$

b) $a = 0,1 \text{ m/s}^2$

c) $a = 0,5 \text{ m/s}^2$

51-

a) $a = 3,5 \text{ m/s}^2$

b) $a = 2,5 \text{ m/s}^2$

52-

a) $F = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$

b) $a = 1 \text{ m/s}^2$

Pág. 72 e 73.

53-

a) O marinheiro também se encontra com uma velocidade constante de 50 km/h, pois ele está dentro da lancha.

b) De acordo com a Primeira Lei de Newton, se um corpo se encontra em movimento em linha reta com velocidade constante ele tende a continuar o movimento. Portanto, o marinheiro tende a continuar o movimento.

54-

a) Todas as forças possuem a mesma intensidade. Portanto, a soma das forças é igual a zero.



b) O valor da soma das forças deve ser diferente de zero.

55- De acordo com a Primeira Lei de Newton, se um corpo se encontra em movimento em linha reta com velocidade constante ele tende a continuar

o movimento. Portanto, como os passageiros se encontram em movimento a tendência é que eles continuem o movimento.

56- A

57- C

58- B

59- A

Pág. 80 e 81.

60- De acordo com a Terceira lei de Newton, a reação está localizada na Terra. O submarino "puxa" a Terra para cima e a Terra "puxa" o submarino para baixo.

61- Na água. Se a água faz uma força no submarino, o submarino faz uma força na água de mesma intensidade, mesma direção, porém em sentido contrário.

62- C

63- O remo faz uma força sobre o cais e o cais devolve no remo uma força de mesma intensidade, mesma direção, porém em sentido contrário.

64- A hélice do avião "empurra" o ar para trás e o ar "empurra" o avião para frente. Constituem um par de ação e reação.

65- B

66- D

67- Essas forças atuam em corpos diferentes, portanto produzirão efeitos diferentes.

68- Não, pois a soma das forças que atuam na caixa é nula, portanto se a caixa estiver em repouso ela permanecerá em repouso. Mas se ela estiver em movimento com velocidade constante, ela tenderá a continuar o movimento.

69-

a) Ver desenho.

b) $a = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$

c) $F = 40 \text{ N}$

70-

a) Ver desenho.

b) $a = 0,5 \text{ m/s}^2$

c) $F = 30 \text{ N}$



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. **Curso de Física**. 5. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2000.
- AUSUBEL, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva* (G. S. Barberán, Trad.). Barcelona: Paidós. (Obra original publicada em 2000).
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733p.
- Capa. Retirada e adaptada do site: <http://www.naval.com.br/blog/2008/06/06/submarino-alemao-lanca-missil-antiaereo-em-imersao/>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. **As Faces da Física**. 3. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2006.
- DE SOUZA, CC Marco Polo Áureo Cerqueira. Texto “OS SUBMARINOS BRASILEIROS, DE 1914 ATÉ OS DIAS DE HOJE” – Adaptado. Site da ForSub / do livro “**Nosso Submarinos, Sinopse Histórica**”, SDGM, 1986. Acesso em: 06 nov. 2013.
- GASPAR, Alberto. **Física - Volume Único**. 1. ed. Editora Ática. 2002.
- HELOU, Ricardo Doca; GULATER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas. **Tópicos de Física**. 20. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2007.
- MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. 2012. 349 f. Tese (Programa internacional de doctorado Enseñanza de las ciencias)- Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, Burgos, 2012.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. In: _____. (Org.). A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. p. 159-173. Editora EPU. São Paulo: 2011.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2014.
- OLIVEIRA, Flavia Cotta Pacheco. Responsável pela Arte e desenhos da Unidade de Ensino.
- PIETROCOLA, Maurício. **Física em Contextos**. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2011.
- PIMENTEL, Erizaldo Cavalcanti Borges. **A FÍSICA NOS BRINQUEDOS, O Brinquedo como Recurso Instrucional no Ensino da Terceira Lei de Newton**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Brasília. Brasília: 2007.
- SANTOS, Paulo Roberto da Fonseca. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Sistema Internacional de Unidades SI**. 9. ed. Rio de Janeiro, 2012.
- TAVARES, Roberto. **Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA)**. Applet sobre Hidrostática (Submarino). Site: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/index.html>. Universidade Federal da Paraíba. Acesso em: 20 dez. 2013.