

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



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

VANESSA DE OLIVEIRA PEREIRA

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM MATERIAL
INSTRUCIONAL BASEADO NA TEORIA DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON E DE TÓPICOS
DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Vitória-ES
Abril - 2016

VANESSA DE OLIVEIRA PEREIRA

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM MATERIAL
INSTRUCIONAL BASEADO NA TEORIA DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON E DE TÓPICOS
DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

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

Orientador: Prof. Dr. Giuseppi Gava Camiletti

Vitória-ES
Abril - 2016

Ao meu esposo Evandro e filho
João Vitor por terem me apoiado
em todos os instantes.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por me amar incondicionalmente e cuidar de mim.

Ao meu esposo EVANDRO que tanto me auxiliou nos momentos de estudo cuidando de mim e do meu filho JOÃO VITOR.

Ao meu pai MOACIR e minha mãe AURORA que sempre me incentivaram a estudar e que fizeram todo o possível para que eu chegasse a esta etapa em meus estudos.

Aos meus irmãos VILMA, WANDERLY, WANDERSON e WANDERLEY que sempre compreenderam minha ausência devido aos momentos de estudos.

Ao meu orientador Professor Doutor GIUSEPPI GAVA CAMILETTI pelas explicações, paciência, exigência, incentivo e colaboração em todos os momentos.

Ao Professor Doutor LAÉRCIO FERRACIOLLI que me oportunizou momentos de grande aprendizado em suas aulas e conversas.

A todos meus colegas de mestrado pelas discussões sobre o ensino, apresentações de seminário, ideias e conselhos

A todos meus alunos que abraçaram esta ideia e que me oportunizaram vários momentos de reflexões e aprendizado.

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

"A educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo."

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho é um relato da aplicação de um Material Instrucional (MI) abordando tópicos da Cinemática e das Leis de Newton para o Movimento dos Corpos. O estudo foi realizado com duas turmas da 1ª série do Ensino, de uma escola Estadual localizada no município de Serra no Estado do Espírito Santo. O MI foi elaborado baseado nos aspectos teóricos da Aprendizagem Significativa de Ausubel, nas Estratégias Motivacionais propostas por Bzuneck e nas orientações para a elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas de Moreira. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados Mapas Conceituais, Pré e Pós-Teste e o Registro das Anotações Pessoais da professora/mestranda sobre a aplicação do MI. O delineamento utilizado neste trabalho foi o experimental e as análises dos dados foram realizadas sob os enfoques qualitativos e quantitativos, dependendo do instrumento de coleta analisado. 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 ao Grupo Controle. A análise dos Mapas Conceituais Finais, de acordo com a metodologia adotada, constatou uma evolução em todos os critérios quantitativos, e também no critério qualitativo Qualidade do Mapa. A análise das Anotações Pessoais da professora/mestranda mostrou que a inserção de situações vivenciadas pelos alunos em seu cotidiano e também em uma gincana que foi realizada foram consideradas relevantes para o processo de ensino/aprendizagem dos conceitos abordados. Os resultados apresentam indícios de que o MI colaborou para a promoção da Aprendizagem Significativa dos conceitos relacionados a tópicos da Cinemática e das Leis de Newton para o Movimento dos Corpos, para alunos do Ensino Médio.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Estratégias Motivacionais, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, Cinemática, Leis de Newton, Material Instrucional.

ABSTRACT

This study is a report of the application of an instructional material (IM) applying topics of kinematics and Newton's laws for the Bodies Movement. This research was conducted with two groups of 1st grade of high school students, in a state school in the city of Serra, in the state of Espírito Santo. The MI was created based on the theoretical aspects of Meaningful Learning of Ausubel, the Motivational Strategies proposed by Bzuneck and the guidelines for the development of Potentially Meaningful Teaching Unit of Moreira. As data collection instruments, were used concept maps, Pre- and Post-Test and Registration of Personal Notes of the teacher/master student on the application of MI. The design used in this work was the experimental and data analysis was performed under the qualitative and quantitative approaches, depending on the analyzed collection instrument. The results of the statistical tests showed that the MI prepared helped the performance improvement in the post-test of experimental group of students compared to the control group. The analysis of the Final Concept Maps, according to the methodology, found an improvement in all the quantitative criteria, as well as the qualitative criteria Map Quality. Analysis of the Personal Notes of the teacher/master student studies showed that the inclusion of situations experienced by students in their daily lives and in a contest that happened, were considered relevant to the teaching/learning of the discussed concepts. The results show evidence that MI contributed to promotion of learning of concepts related to the topics of Kinematics and Newton's laws for the Bodies Movement for high school students.

Keywords: Meaningful Learning, Motivational Strategies, Potentially Meaningful Teaching Unit, kinematics, Newton's Laws, Instructional Material.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 4 - Análise de Dados

Tabela 4.1	Rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste do grupo Experimental e Controle (Teste de Wilcoxon).....	42
Tabela 4.2	Nível de Proficiência. Fonte: PAEBES edição 2013.....	43
Tabela 4.3	Rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste desconsiderando as avaliações que apresentavam mais de 60% das questões sem resposta.....	44
Tabela 4.4	Análise das respostas do Pós-Teste em relação aos critérios de correção.....	45
Tabela 4.5	Percentual de acertos relacionados aos conteúdos de Velocidade e Aceleração.....	47
Tabela 4.6	Percentual de acertos relacionados ao Princípio Fundamental da Dinâmica.....	47
Tabela 4.7	Percentual de acertos relacionados aos conceitos de Atrito e Inércia.....	48
Tabela 4.8	Percentual de acertos relacionados ao Princípio da Ação e Reação.....	48
Tabela 4.9	Percentual de acertos relacionados à Força Peso.....	48
Tabela 4.10	Classificação e pontuação dos MC's desenvolvidos pelos alunos da turma Experimental, conforme os critérios propostos por Mendonça (2012) e NovaK 1999).....	52
Tabela 4.11	Classificação e pontuação dos MC's desenvolvidos pelos alunos da turma Controle, conforme os critérios propostos por Mendonça (2012) e Novak (1999).....	53
Tabela 4.12	Comparação entre os critérios quantitativos dos Mapas Iniciais e Finais.....	54
Tabela 4.13	Relação entre as Proposições Válidas e o Total de Proposições	55
Tabela 4.14	Relação entre as Proposições Válidas e o Total de Proposições	56

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3 – Metodologia

Quadro 3.1	Categorias para análise das respostas dadas pelos alunos no MI. Fonte: Silva, 2014.....	36
Quadro 3.2	Critérios utilizados por Novak(1999) e Mendonça (2012) (adaptado).....	38
Quadro 3.3	Categorias de análise da Hierarquia Conceitual. (Fonte: Mendonça, 2012).....	40

CAPÍTULO 4 – Análise de Dados

Quadro 4.1	Resultados obtidos pelos alunos no Pós-Teste.....	45
Quadro 4.2	Conteúdos cobrados nas questões.....	45

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - Referencial Teórico

Figura 2.1	Uma visão esquemática proposta por Moreira do contínuo de aprendizagem significativa e Mecânica.....	6
------------	--	---

CAPÍTULO 3 - Metodologia

Figura 3.1	Aluno durante a competição 1 da gincana.....	24
Figura 3.2	Alunos durante a competição 2 da gincana.....	25
Figura 3.3	Alunos durante a competição 3 da gincana.....	25
Figura 3.4	Alunos durante a competição 4 da gincana.....	26
Figura 3.5	Alunos durante a competição 5 da gincana.....	26
Figura 3.6	Alunos durante a competição 6 da gincana.....	26
Figura 3.7	Alunos durante a competição 7 da gincana.....	27
Figura 3.8	Alunos durante a competição 8 da gincana.....	27
Figura 3.9	Mapa Conceitual elaborado pelos alunos.....	30
Figura 3.10	Tirinha sobre o conceito de movimento e repouso MI.....	33
Figura 3.11	Situação ocorrida na gincana que aborda os conceitos de movimento e repouso MI.....	34
Figura 3.12	Modelo para pontuação de mapas conceituais.....	40

CAPÍTULO 4 - Análise de Dados

Figura 4.1	Questão 7(a) do Pós-Teste respondida por um aluno.....	46
Figura 4.2	Questão 8 do Pós-Teste respondida por um aluno.....	46
Figura 4.3	Mapa conceitual inicial elaborado pelo aluno A6, da turma controle, antes do estudo dos conteúdos.....	50
Figura 4.4	Mapa conceitual inicial elaborado pelo aluno A6, da turma controle, após o estudo dos conteúdos.....	51
Figura 4.5	Gráfico que apresenta as somas dos critérios dos Mapas Iniciais e finais das turmas Experimental e Controle.....	55

LISTA DE SIGLAS

TAS-	Teoria da Aprendizagem Significativa
MI-	Material Instrucional
UEPS-	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
MC-	Mapa Conceitual
AS -	Aprendizagem Significativa
AM-	Aprendizagem Mecânica
UFES-	Universidade Federal do Espírito Santo
MNPEF-	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
PAEBES -	Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo

SUMÁRIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
Lista de Quadros.....	ix
Lista de Figuras.....	x
Lista de Siglas.....	xv
Sumário.....	xii
1 - Introdução.....	1
1.1 - A Organização da Dissertação.....	3
2 - Referencial Teórico.....	5
2.1 - A Teoria da Aprendizagem Significativa.....	5
2.1.1 - Material de Ensino Potencialmente Significativo.....	7
2.1.2 - Motivação e Predisposição para Aprender.....	9
2.2 - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....	11
2.3 - Trabalhos relacionados.....	14
3 - Metodologia.....	18
3.1 - Abordagens Qualitativa e Quantitativa.....	18
3.2 - Objetivos.....	19
3.3 - O Contexto do Estudo.....	20
3.4 - Sujeitos.....	20
3.5 - O Delineamento do trabalho.....	21
3.6 - O Material Instrucional.....	22
3.7 - A Aplicação do Material Instrucional.....	29
3.8 - Instrumentos de Coleta de Dados.....	35
3.8.1 - Pré-teste e Pós-Teste.....	35
3.8.2 - Mapas Conceituais.....	36
3.8.3 - Anotações pessoais.....	37
3.9 - Técnicas de Análise de Dados.....	37

3.9.1-Técnica de análise dos Pré e Pós teste.....	37
3.9.2- Técnica de análise dos mapas conceituais.....	38
3.9.3- Técnica de Análise das Anotações Pessoais da Professora.....	40
4 - Análise dos Dados.....	42
4.1 - Resultados do Pré e do Pós-teste.....	42
4.2 - Análises dos Mapas Conceituais.....	50
4.3 - Anotações pessoais.....	57
5 - Conclusão.....	62
6 - Referências Bibliográficas.....	66
Apêndices.....	69

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Trabalhando na rede estadual de ensino desde 2007 pude perceber tamanha dificuldade enfrentada por professores e alunos que necessitam a cada dia “matar um Leão” ao enfrentar suas atividades profissionais e escolares respectivamente. Há reclamações em ambos os lados, professores e alunos desmotivados culpando uns aos outros por não alcançarem seus objetivos. Não é novidade que a física é uma das disciplinas menos agradáveis para a maioria dos alunos do ensino médio, e isso trás grande desconforto e preocupação para os professores e o corpo pedagógico da escola. A busca por um ensino diferenciado que atraia a atenção dos alunos vem aumentando a cada ano tanto em escolas públicas como privadas.

O contexto escolar de aplicação deste trabalho foi a Escola Estadual de Ensino Médio “Aristóbulo Barbosa Leão”, localizada em Jardim Limoeiro, Serra. A mesma possui 18 turmas no turno vespertino, no qual foi desenvolvido este trabalho, sendo 9 delas de 1ª série, 5 de 2ª série e 4 de 3ª série. Sendo a escola localizada em uma zona de “passagem” em um bairro predominantemente industrial/comercial ela recebe alunos de vários outros bairros do município e grande parte deles trabalha, estagiam ou fazem outras atividades no contraturno escolar e procuram a escola para agilizar a locomoção que devem realizar ao longo de suas atividades diárias. A escola possui grande preocupação com as turmas e principalmente com as de 1ª série, pois o índice de reprovação dos alunos nessas turmas chega a 60% e também há uma grande taxa de abandono escolar durante o curso. Isso fez a gestão escolar trabalhar com os professores uma nova forma

de análise do currículo promovendo espaços para debate sobre os mesmos. Contudo os professores da rede possuem certa autonomia acarretando em variações na forma trabalho e avaliação. Devido a esses dados alarmantes e a conversas com o corpo pedagógico este trabalho de pesquisa foi desenvolvido com essas turmas com o intuito de “sair” do tradicionalismo, do ensino mecânico 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.

É importante ressaltar que segundo dados do Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (PEBES) realizado em 2013 com as turmas de 9º ano do ensino fundamental na regional em que a escola está inserida, em ciências da natureza 40,8% dos alunos possuem nível de proficiência abaixo do básico, 47,7% nível básico, 10,0% nível proficiente e 1,5% nível avançado (ESPÍRITO SANTO, 2013 p. 68). No PAEBES realizado em 2014 não tivemos a avaliação de ciências da natureza e é devido a isso que apresentamos aqui somente os dados de 2013. A análise desses dados nos dá uma ideia de como os alunos “chegam” ao ensino médio.

Criado no ano de 2000 o PAEBES tem como objetivo diagnosticar o desempenho dos alunos e subsidiar as políticas públicas do estado na melhoria do processo das aprendizagens desses alunos das redes públicas de ensino (estadual e municipal) e escolas particulares participantes (ESPÍRITO SANTO, 2014, p. 14). Com isso tem buscado fomentar mudanças na educação oferecida pelo estado, vislumbrando a oferta de um ensino de qualidade.

Além do baixo rendimento dos alunos há grandes problemas de indisciplina pois a maioria deles não participam efetivamente da aula, ficam conversando com colegas, com brincadeiras em horas indevidas e acabam atrapalhando o planejamento do professor e o rendimento daqueles que querem essa participação.

Em busca de melhorias na proposta de trabalho e de melhor entendimento de todo esse processo de ensino e aprendizagem a professora/mestranda ingressou no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que possui um polo na Universidade Federal do Espírito Santo. Esse curso de mestrado é uma grande oportunidade de capacitação do professor que busca técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula e também aprendizado e discussão de “novas” metodologias

de ensino e aprendizagem tornando-se essencial para o professor que deseja melhorias e modificações em seu modo de pensar e elaborar suas aulas.

No decorrer das disciplinas do curso, em um dos debates realizados em sala de aula, formou-se a ideia da realização de uma gincana que contemplasse alguns conteúdos relacionados à cinemática e às Leis de Newton. Também foi pensada a elaboração de um Material Instrucional (MI) que utilizasse essa gincana em sua estrutura e que fosse orientado pelos princípios da 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) além disso pensando também na interação social pois a aquisição do conhecimento, segundo Vygotsky (Moreira, 2003) não ocorre sem a mesma. Desta forma foi elaborada a gincana e o Material Instrucional (MI) para ser aplicado em sala de aula trabalhando os conceitos de cinemática e leis de Newton com o objetivo de tirar o aluno de sua “zona de conforto” tornando-o ativo e participativo nas aulas devendo ler, discutir o que foi lido usando seu conhecimento prévio, escrevendo algo sobre o que é discutido, realizando atividades práticas apresentando oralmente e também por escrito suas conclusões, ou seja, fazendo com que o aluno seja o personagem central do sistema ensino-aprendizagem e o professor um mediador ou organizador desse processo.

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 os aspectos da teoria de Ausubel na perspectiva da Aprendizagem Significativa (AS) e as Estratégias Motivacionais propostas por Bzuneck (2010). Neste capítulo também são apresentadas as orientações para a elaboração de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011d). Além disso neste capítulo também é apresentada uma síntese de alguns trabalhos anteriores relacionados a elaboração e aplicação de um MI desenvolvido com base na TAS.

O Capítulo 3, intitulado *Metodologia*, apresenta como foi realizada a investigação relacionada à aplicação do MI e descreve todo o desenvolvimento do trabalho de aprendizagem, materiais utilizados, materiais produzidos e a metodologia.

No Capítulo 4, intitulado *Análise dos Dados*, é apresentada a discussão de resultados. A avaliação que foi feita do projeto de aprendizagem apresentado nessa dissertação procurou responder as seguintes perguntas:

- A) Como foi o aproveitamento do pré e pós-teste aplicado aos alunos de todas as turmas?
- B) Os alunos dos grupos experimentais apresentaram uma participação maior do que as apresentadas pelos alunos dos grupos de controle nas aulas tradicionais, isto é, se observou um aluno mais ativo no seu processo de aprendizagem?
- C) O envolvimento com a disciplina e com as atividades pelos alunos experimentais foi significativo?
- D) Como foi o aproveitamento final dos alunos das turmas que participaram da proposta?
- E) Como foi o aproveitamento final dos alunos de controle?
- F) Quais foram as dificuldades encontradas durante a aplicação do projeto?

O Capítulo 5, intitulado *Considerações Finais*, é apresentado uma reflexão sobre o projeto.

Já o Capítulo 6 apresenta as Referências Bibliográficas utilizadas.

Por fim, são apresentados os Apêndices no qual seguem a Gincana, o Material Instrucional elaborado e os Pré e Pós-Teste aplicado.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os aspectos teóricos de Ausubel relacionados à aprendizagem significativa e as estratégias motivacionais propostas por Bzuneck (2010). São apresentadas também as orientações para a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS (MOREIRA, 2011d). Por fim, é feita uma revisão de literatura sobre a elaboração de Materiais Instrucionais baseados na Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS e sobre a utilização das UEPS no contexto da sala de aula.

2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa

De acordo com Moreira (2012a) a aprendizagem significativa (AS) ocorre quando há ligação “ancoragem” entre a nova informação e o conhecimento prévio do aprendiz, ou seja, quando este novo conhecimento “firma-se” na estrutura cognitiva deste aprendiz.

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel define Aprendizagem Mecânica (AM) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma relação com os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel et al. (1980) e Ausubel (2002) propõe que o processo de ensino-aprendizagem deve ser pautado naquilo que o aprendiz já conhece. Este conhecimento prévio Ausubel chama de “Subsunçor” e afirma que ele é o fator isolado mais importante no processo de ensino-

aprendizagem, pois é ele quem permite dar significado a um novo conhecimento que é apresentado ou descoberto pelo aprendiz.

Segundo Moreira (2011b), na prática, a aprendizagem não é totalmente mecânica ou totalmente significativa, mas pode estar mais perto de um desses extremos. Como se observa na Figura 2.1, a passagem da AM para a AS não é natural (automática) e grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo. Um ensino potencialmente significativo pode facilitar “a caminhada do aluno nessa zona cinza”.

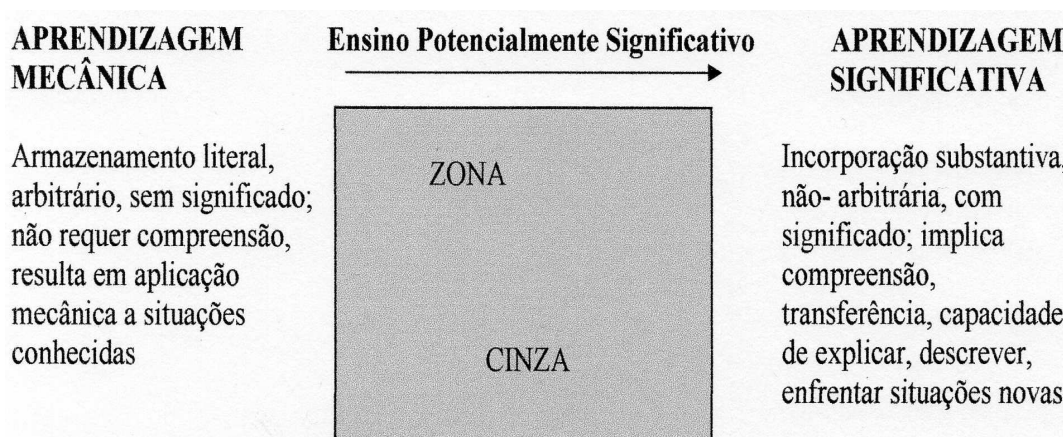


Figura 2.1: Uma visão esquemática proposta por Moreira (2003b) do contínuo de aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Fonte: Moreira (2011b, p.32)

A aprendizagem mecânica não é dispensável. Em determinadas situações é necessária e muito importante, principalmente quando se inicia a aprendizagem de um novo corpo de conhecimento, de forma que esse possa ser utilizado para embasar um novo conhecimento servindo de subsunçor, ainda que pouco elaborado. O grande problema é quando o aprendiz fica “preso” a esse tipo de aprendizagem não ocorrendo assim a assimilação e organização dos novos conteúdos em sua estrutura cognitiva.

Moreira (2011b) aponta duas condições necessárias para a ocorrência da Aprendizagem Significativa: (1) o novo conteúdo deve ser apresentado por meio de um material 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.

O material potencialmente significativo é utilizado para auxiliar o aluno a assimilar e organizar os novos conteúdos em sua estrutura cognitiva e por isso deve ser elaborado de forma a facilitar e estimular a interação de conhecimentos prévios do aprendiz com o novo conhecimento, além disso, ele deve ser claro, apresentar uma sequência lógica no grau de dificuldade dos conhecimentos e uma coerência na proposta das atividades, levando o aluno a interagir constantemente com o conhecimento prévio para avançar no saber cognitivo, isto é, agregar novos saberes.

Quando não existem subsunçores, deve-se construir primeiro os conceitos necessários usando organizadores prévios que são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido e em um nível mais alto de abstração e generalidade. A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber para que ocorra aprendizagem significativa. Moreira (2011b, p. 30) define esse organizador prévio como sendo um “recurso instrucional” que 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.

Ausubel ainda propõe dois processos para nortear a maneira e a sequência dos conceitos a serem trabalhados em aula: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa*.

Na diferenciação progressiva o conteúdo a ser apresentado aos alunos deve ser programado de maneira que os conceitos mais gerais sejam apresentados em primeiro lugar, e, pouco a pouco, introduzidos os conceitos mais específicos. À medida que o sujeito vai aprendendo significativamente, na interação do conhecimento prévio e o novo conhecimento, ou aquele que se pretende ensinar, os subsunçores vão ficando incrementados, maiores, se diferenciando e isso ocorre aos poucos.

Já a reconciliação integrativa consiste em os subsunçores ficarem mais elaborados e fazerem relações conceituais como forma de integrar os significados na estrutura cognitiva do aprendiz.

A reconciliação integradora ocorre de forma simultânea com a diferenciação progressiva e é devido a isso que a programação do material a ser apresentado ao aluno deve ser

feita de maneira que haja exploração de relações entre ideias, apontando semelhanças e diferenças entre conceitos relacionados. O Material deve retomar constantemente os aspectos mais gerais já estudados de forma a eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados e fazer superordenações do novo conhecimento apresentado ao aluno. Os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora devem ser utilizados como princípios programáticos para a elaboração de materiais de ensino, visando a aprendizagem efetivamente significativa.

Além da utilização da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora princípios Ausubel também recomenda o uso da organização sequencial que consiste em aproveitar a dependência natural e hierárquica dos conteúdos, pois fica mais fácil para os alunos organizarem hierarquicamente seus subsunçores, se os tópicos a serem aprendidos dependerem naturalmente daqueles que os antecedem. Esse princípio retoma a importância do domínio do conhecimento prévio do aprendiz. Sendo o que o aluno já sabe o fator que mais influencia a aprendizagem significativa faz-se necessário insistir no domínio desses conhecimentos. Ausubel chama este princípio de Consolidação. Antes de dar prosseguimento ao conteúdo deve-se assegurar destreza na matéria de ensino de forma a possibilitar êxito na aprendizagem que é sequencialmente organizada.

As atividades propostas no material de ensino devem proporcionar a *negociação de significados* entre professor e aluno, pois aqueles apresentam os significados aceitos no contexto da matéria de ensino e estes devem devolver ao professor os significados que captaram.

A AS é de responsabilidade tanto do professor quanto do aluno, pois o processo de compartilhamento de significados é de essencial importância para a ocorrência dessa aprendizagem e é o aluno quem vai decidir se aprende significativamente certo conteúdo, pois ele deve manifestar uma disposição para relacionar, de maneira não-arbitrária e não-literal (substantiva), à sua estrutura cognitiva, os significados captados.

Nem sempre o significado atribuído pelo aluno para determinado conceito foi o pretendido pelo professor, e nesse caso a negociação deve continuar até que se alcance o sentido desejado. Caso seja necessário o professor poderá expor de maneira diferente os conteúdos já apresentados.

Para facilitar a ocorrência da AS o professor deve discutir com seus alunos os questionamentos, os exercícios, as resoluções de situações-problema, as discriminações, as diferenciações e as integrações entre os conceitos apresentados.

Já para processo de avaliação dessa aprendizagem é importante que o aprendiz refaça, mais de uma vez, se for o caso, as tarefas e que externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas, pois a recursividade da avaliação favorece o processo de aprendizagem significativa:

“Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem.”. (MOREIRA, 2011a, p.52).

De acordo com Ausubel a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar e que seja diferente daquela encontrada no material instrucional. Ele argumenta que com o passar do tempo os alunos desenvolvem técnicas para resolver provas e aprendem maneiras de resolver “problemas típicos”.

Na avaliação da AS o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas e não rotineiras, logo ela exige uma máxima transformação do conhecimento adquirido.

2.1.2 – Motivação e Predisposição para Aprender

Independente de quão potencialmente significativa é a nova informação se a intenção do aluno for apenas a de memorizá-la de maneira arbitrária e literal, a aprendizagem só poderá ser mecânica (Moreira 2011c, p. 36).

Porém o aluno pode ser motivado a participar das aulas. Bzuneck (2010) propõe algumas 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) as atividades envolvendo as situações-problema devem ser apresentadas num nível crescente de complexidade e na forma de desafios a serem resolvidos pelos estudantes; c) o

complemento, com o uso de embelezamentos; d) reações dos professores às tarefas cumpridas e avaliadas.

A primeira condição para que o aluno se empenhe na participação em uma atividade de aprendizagem é que ele veja significado pessoal na sua execução, pois os conteúdos que não mostram relevância podem causar tédio e desestimular o aluno. Porém quando ele observa aplicação prática em seu dia a dia do conteúdo estudado ou quando busca em sua estrutura cognitiva algo que já conhece e que já faz parte do seu cotidiano ele passa a ver significado e importância em tais tarefas. Além disso, o aluno pode sentir-se motivado quando ele enxerga tal atividade como um meio para se chegar a um objetivo desejado que pode ser por exemplo saber que do conteúdo que está sendo trabalhado é pré-requisito para outros que virão.

Já a segunda estratégia proposta por Bzuneck (2010) recomenda que as atividades devem ser estimulantes e com características de desafios. Ele orienta que o uso de problemas extraescolares auxiliam na motivação do e que os desafios devem fazer fronteira com a capacidade atual do aluno considerando seu nível de desenvolvimento cognitivo, ou seja, o desafio deve ser superado mediante esforço do aluno. Caso esse desafio seja excessivamente complexo acarretará fracasso, frustração e irritação do aluno, desmotivando o mesmo e caso as tarefas sejam fáceis acarretará em tédio.

A terceira estratégia proposta por Bzuneck (2010) é a utilização de embelezamentos motivacionais que consiste na adoção de estratégias de ensino que devem proporcionar ao aprendiz a manipulação de objetos, o conflito cognitivo, trabalhos em grupo, introdução de novidades entre outros. A utilização de tal estratégia pode tornar o conteúdo mais interessante e atraente para o aluno.

Por fim a quarta estratégia proposta por Bzuneck (2010) refere-se a como o professor reagir às tarefas executadas, ou seja, como deve ser o *feedback* dado pelo professor. Segundo o autor (ibid.) o *feedback* dado pelo professor representa uma das mais importantes formas de interação professor-aluno podendo afetar a motivação do mesmo. A forma com que o professor trata o erro ou acerto pode trazer motivação positiva ou negativa ao aluno. Caso este tenha errado é importante que ele saiba o que errou, para não o incorporar estes erros como verdades, também é necessário que ele saiba por que errou e o que é preciso para superar os erros. Já em situações de acerto o

professor deve utilizar o *feedback* positivo além do elogio e estes não devem ser feitos de qualquer maneira mas sim obedecendo a algumas regras para que sejam eficazes.

2.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Com intenção de facilitar a ocorrência da AS de tópicos específicos de conhecimento, Moreira (2011d) propõe a implementação de uma sequência de ensino e 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).

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 a de apresentar os conteúdos propostos e as atividades de ensino de maneira sistematizada obedecendo-se a uma sequência lógica.

A utilização da TAS, das sugestões motivacionais propostas por Bzuneck (2010) e das orientações propostas para a elaboração de uma UEPS nortearam a elaboração e aplicação do MI utilizado neste trabalho de pesquisa.

2.3 Trabalhos Relacionados

Algumas pesquisas realizadas no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física com polo na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) foram feitas através da elaboração, 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).

Até o momento já foram desenvolvidos na UFES três 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 segundo 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” e o terceiro trabalho foi desenvolvido por Rogério Silva (2015) intitulado “A utilização de um material instrucional baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa para aprendizes-marinheiros: Uma introdução ao estudo do movimento dos corpos”.

Apresentaremos aqui somente uma revisão do trabalho desenvolvido por Silva (2015), pois de certa forma este complementa os trabalhos realizados por Libardi (2014) e Silva (2014).

Em seu trabalho Silva (2015) elaborou um Material Instrucional que aborda os conceitos relacionados ao movimento dos corpos e o utilizou em um grupo de 22 alunos do Apoio Escolar da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo. Para a coleta de dados, visando à avaliação dos seus impactos, Silva (2015) usou os seguintes instrumentos de coleta de dados: 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. Para análise dos resultados do pré e pós-teste Silva (2015) comparou os dados obtidos na turma em que foi aplicada o MI (grupo experimental) com dados de outra turma de apoio escolar (grupo controle).

Para as discussões do conteúdo, Silva (2015) utilizou situações-problemas do cotidiano dos alunos abordando sempre o contexto naval ao qual os mesmos estão inseridos. 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.

Outras estratégias adotadas por Silva (2015) em seu MI foram a utilização de experimentos em sala de aula, vídeos, simulações computacionais e atividades que os alunos deveriam desenvolver fora do horário de aula deveriam. As seções que continham essas estratégias eram intituladas como “USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR”, “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR” e “A FÍSICA NO HORÁRIO DE RECREAÇÃO”. Cada seção continha informações que sistematizava e orientava a utilização de cada uma delas.

Como exemplo de uma atividade utilizada na seção “USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR” podemos citar a confecção de um submarino construído de Garrafa PET que permitia reproduzir o movimento do sobe e desce do mesmo em um recipiente que continha água. Neste experimento os alunos observavam como a força de empuxo variava de acordo com que o volume da garrafa também variava. Já a seção “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR” podemos citar a continuidade do trabalho realizado com o submarino, através da utilização de um *Applet*¹ que permitia aos alunos visualizarem as forças que atuavam em um submarino, bem como a variação dos seus valores. Este *Applet* também permitia a observação do gráfico da posição e velocidade e o valor da aceleração que o submarino estava sujeito. Esta 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. No início e no final da aplicação do MI foi solicitado que os alunos desenvolvessem um Mapa Conceitual, acerca do tema estudado.

Os principais resultados do trabalho de Silva (2015) apontaram: que o MI elaborado contribuiu para a melhoria do rendimento no Pós-teste dos alunos do Grupo Experimental em relação do Grupo Controle, que houve uma melhora na representação

¹Os *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).

dos conceitos centrais para a compreensão do fenômeno do movimento, que a Qualidade nos Mapas Conceituais Finais está estatisticamente associada com o rendimento dos alunos no Pós-teste e que o uso dos Experimentos, de Vídeos/Filmes e da Simulação Computacional apresentaram contribuições efetivas para despertar o interesse do assunto abordado no MI. De acordo com o autor os resultados do trabalho se complementaram e indicaram o êxito do MI elaborado com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Complementando a revisão de trabalhos anteriores foram pesquisadas e analisadas outras dissertações de mestrado produzidas em outras instituições de ensino e que também se baseavam nos pressupostos da Aprendizagem significativa. Dentre eles está o trabalho de Berenice Helena Wiener Stensmann (2005) intitulado “A Utilização de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação como Instrumento Potencializador visando proporcionar uma Aprendizagem mais Significativa em Física de Fluidos”.

O trabalho de Stensmann (2005) objetivava proporcionar um espaço virtual fora do horário escolar para que o aluno pudesse estender a discussão sobre o assunto tratado em sala de aula, aumentando potencialmente o contato com a disciplina de Física e oferecer uma atividade que potencializasse a participação do aluno nas aulas de Física, tornando-o mais ativo no seu processo de crescimento intelectual. Para que esses objetivos fossem alcançados a autora utilizou um ambiente de ensino a distância, desenvolveu animações, utilizou o procedimento de uma experiência prática de um aerofólio para simular a asa de um avião em voo e gravou um vídeo reproduzindo a experiência do aerofólio. A mesma também produziu uma página em html com seis módulos que trabalharam os conceitos desenvolvidos no corpo de conhecimento Mecânica dos Fluidos, apresentando cada um, quatro etapas sendo elas: primeira etapa - Trocando ideias, onde o aluno lia um texto pertinente ao assunto e depois era solicitado que ele postasse suas conclusões, colocações ou dúvidas nos fóruns de discussão criados. Segunda etapa - Mãos à Obra, em que correspondia à realização de algumas experiências práticas apresentando no final um relatório com suas conclusões. Terceira etapa - Pesquisando Sobre, onde era solicitado que fizesse uma pesquisa respondendo algumas questões levantadas durante a realização das etapas anteriores e quarta etapa - O Que Você Aprendeu? Esta etapa se referia ao momento em que o aluno retomava e

aplicava todos os conceitos trabalhados no Módulo identificando se houve aprendizagem ou não.

Stensmann (2005) aplicou o projeto em duas turmas que chamou de grupos experimentais e comparou os resultados dessas turmas com as demais que lecionava. Inicialmente os alunos realizaram um pré-teste com objetivo de fazer um levantamento do conhecimento prévio dos mesmos, identificando erros conceituais e capacidade lógica.

Stensmann (2005) constatou, no decorrer da aplicação do produto, evidências de aprendizagem do conteúdo abordado e, sobretudo, uma mudança significativa no comportamento e comprometimento dos alunos nas aulas de Física. A autora afirma que os alunos dos grupos experimentais apresentaram uma participação maior do que as apresentadas pelos alunos dos grupos de controle nas aulas tradicionais, isto é, que se observou um aluno mais ativo no seu processo de aprendizagem.

Dos trabalhos de Stensmann (2005) e de Silva (2015) foram selecionadas algumas ideias que contribuíram para elaboração do MI proposto neste trabalho. Podemos citar a utilização recursos instrucionais como vídeos, experimentos e simulações computacionais interativas que foram bem recebidos pelos alunos, contribuindo por meio da negociação de significados para a promoção de diferenciação progressiva e da reconciliação integradora dos conceitos estudados. Também podemos citar a utilização por Silva (2015) do pré e pós-teste e dos mapas conceituais. Cabe ressaltar que algumas modificações foram realizadas para a utilização desses recursos, pois neste trabalho foram utilizadas turma experimental e controle. Além disso, o diário de bordo utilizado por Silva (2015) foi chamado utilizado neste trabalho de ANOTAÇÕES PESSOAIS na qual foram registradas as percepções da professora/mestranda em relação a aplicação do MI.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Neste capítulo é feita uma descrição do processo de elaboração e aplicação do Material Instrucional (MI) desenvolvido. Também são descritos os instrumentos de coleta de dados que foram utilizados para avaliar os impactos da aplicação deste MI no aprendizado dos estudantes sobre conteúdos relacionados à Cinemática e às Leis de Newton do movimento dos corpos.

3.1- Abordagens Qualitativa e Quantitativa

O principal objetivo de uma pesquisa em ensino é avaliar a ocorrência de aprendizagem. Esse processo tem sido desenvolvido utilizando-se basicamente abordagem qualitativa e quantitativa.

Em uma abordagem qualitativa o pesquisador observa de dentro do ambiente estudado e registra cuidadosamente os eventos relevantes, coletando informações pertinentes que possam influenciar a aprendizagem dos estudantes. Esses registros são posteriormente transformados em dados e analisados qualitativamente de modo a tornar possível a avaliação de alguns fatos e situações que não seriam possíveis através de outro tipo de avaliação, pois de acordo com Moreira:

O interesse central está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no

fenômeno de interesse. Os dados obtidos por meio dessa participação ativa são de natureza qualitativa e analisados correspondentemente. (Moreira, 2009, p. 6 e 7).

Já a abordagem quantitativa tem como ideia básica a manipulação e o controle objetivo das variáveis. Os instrumentos são uma maneira de alcançar medições precisas de objetos e eventos com existência própria. O pesquisador quantifica registros de eventos, faz uso de meios científicos e busca fiabilidade e validade dos mesmos.

A utilização do MI elaborado possibilitou coleta de dados tanto para o tratamento estatístico com um enfoque descritivo e interpretativo, quanto para a abordagem quantitativa. Portanto para a abordagem quantitativa foram utilizadas as notas dos alunos nos pré e pós-teste e também alguns dados relacionados à confecção dos Mapas Conceituais (MC). Já para a abordagem qualitativa foram utilizados dados relativos aos MC's elaborados pelos alunos e as Anotações Pessoais da Professora/mestranda.

3.2 – Objetivos

Objetivo Geral

Elaborar um Material Instrucional que leva em consideração alguns pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e avaliar os impactos da sua aplicação, em uma turma da 1ª série do ensino médio, para a aprendizagem dos conceitos relacionados às leis de Newton e à cinemática buscando possíveis indícios de ocorrência aprendizagem significativa.

Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Comparar o rendimento dos alunos no pré e no pós-teste entre os grupos controle e experimental.
2. Analisar qualitativamente como as perguntas são apresentadas nos pré e pós-teste relacionado-as com as respostas dadas pelos alunos.
3. Analisar os MC's buscando diferenças que possam ter ocorrido entre as turmas Controle e Experimental em relação à aprendizagem dos conceitos.
4. Avaliar o processo de utilização do MI elaborado por meio das anotações pessoais

da professora/mestranda.

3.3 - O Contexto do Estudo

A escola Aristóbulo Barbosa Leão fica localizada no bairro Laranjeiras, município de Serra-ES, porém desde o ano de 2011 está “provisoriamente” funcionando no bairro Jardim Limoeiro que fica a cerca de 3 km de distância do mesmo, devido a obras de reforma no prédio da escola. Nesta região predominam instalações comerciais e industriais de modo que a escola recebe alunos de vários bairros do município em que fica localizada e alguns poucos alunos de municípios vizinhos. Além disso, esta escola enfrenta o desafio de diminuir o índice de evasão escolar, pois este tem crescido a cada ano. Portanto, busca-se o desenvolvimento de projetos/aulas que tem como objetivo estimular a permanência dos alunos na escola tornando-a mais atrativa para os alunos. Outra característica marcante dessa escola é a grande quantidade de turmas, somando dezoito somente no turno vespertino, no qual este trabalho foi desenvolvido. A título de comparação a escola mais próxima a esta funciona somente com cinco turmas. As demais escolas do município funcionam com uma média de dez a treze turmas neste turno.

Devidos às características específicas dessa escola, a gestão escolar da mesma tem expressado grande preocupação com o rendimento e evasão dos alunos. Assim, são proporcionados momentos de reflexão entre a equipe técnica e o corpo docente para que sejam discutidas propostas que possam melhorar o rendimento e participação dos alunos nas aulas e que possam reduzir o índice de evasão escolar. Neste contexto, a presente proposta de abordagem para alguns conteúdos de mecânica do primeiro ano foi apresentada à gestão escolar e rapidamente foi aprovada sua implementação.

3.4 - Os Sujeitos

A turma experimental tinha inicialmente um total de 39 alunos matriculados, mas somente 21 deles foram considerados como sujeitos dessa pesquisa, pois frequentaram pelo menos 75% das aulas ministradas. Já a turma controle tinha um total de 40 alunos matriculados e somente 28 deles foram considerados como sujeitos dessa pesquisa, pois frequentaram pelo menos 75% das aulas. Grande parte desses alunos que não possuíam

a frequência mínima exigida aparecia vez ou outra na escola e no final acabaram reprovando por falta ou evadindo-se da escola.

3.5 – O Delineamento do Trabalho

Para o desenvolvimento deste trabalho de Mestrado, eu tinha inicialmente a disposição quatro turmas do primeiro ano do ensino Médio. Como optamos pelo desenvolvimento de um estudo predominantemente quantitativo, realizamos um sorteio para a escolha de duas turmas do tipo experimental e duas do tipo controle. As turmas A e C foram sorteadas para fazer parte do grupo experimental e a turma B e D para o grupo controle. No entanto, ao longo da aplicação deste trabalho, devido a problemas de evasão escolar, a turma C foi desfeita e os alunos foram remanejados para as demais turmas. Devido também ao fechamento de outras turmas houve mudança na carga horária dos professores, de modo que a turma D foi assumida por outro professor de física da escola. Por fim, o desenvolvimento desse trabalho de Mestrado foi realizado somente com as turmas A (Experimental) e B (Controle).

Para a coleta de dados foi aplicado um pré e pós-teste nas duas turmas e também foi solicitado aos alunos que elaborassem um MC inicial sobre o conceito de movimento e um mapa conceitual final sobre este mesmo conceito. Ao longo do trabalho, realizei também uma série de anotações pessoais que foram utilizados como dados para a avaliação de todo o trabalho desenvolvido.

Para que se pudesse fazer uma comparação entre as turmas o MI foi trabalhado somente com a turma experimental. Já com na turma controle o conteúdo foi trabalhado com livro didático adotado pela escola.

Dessa forma o delineamento desse trabalho foi o experimental do tipo 4 (MOREIRA, 2009). Ele é representado da seguinte maneira:

$$A \quad O_1 \quad X \quad O_2$$
$$A \quad O_3 \quad O_4$$

Neste delineamento trabalha-se com dois grupos selecionados de forma aleatória (A), que neste trabalho são chamados de controle e experimental. $O_1=O_3$ representa uma observação (pré-teste) e o X representa a intervenção que neste trabalho refere-se à utilização do MI. Após essa intervenção os grupos realizam pós-teste $O_2=O_4$.

Para verificar então a eficiência da intervenção X são analisadas as evoluções das médias entre os testes para a mesma turma, e entre turmas para o mesmo teste. Essas análises são apresentadas no capítulo 5.

3.6 – O Material Instrucional

Atendendo ao requisito básico do Mestrado Profissional que é a apresentação de um Produto Educacional, a professora/mestranda elaborou, em parceria com o seu orientador, um Material Instrucional (MI) que teve como base os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa. Este MI foi dividido em sete tópicos: O primeiro deles é a Gincana “Dia de Newton” que é composta por oito competições práticas que abordam os conceitos de posição, referencial, repouso, movimento, velocidade, aceleração, força, massa e atrito, além de propor também uma discussão inicial sobre as três leis de Newton. O segundo tópico inicia o estudo do movimento discutindo os conceitos de ponto material, corpo extenso, referencial, movimento, repouso, trajetória, posição, velocidade e aceleração. O terceiro tópico aborda o conceito de força diferenciando força de contato e força de campo, além de discutir também o caráter vetorial da força e o somatório de forças. O quarto tópico apresenta o estudo da segunda lei de Newton. O quinto discute o atrito e a primeira lei de Newton. O sexto a terceira lei de Newton. O sétimo, força peso, força de tração e força normal. E o oitavo e último tópico faz uma revisão dos conteúdos trabalhados. O MI desenvolvido segue disponível anexo a dissertação.

Para a elaboração e organização dos conteúdos presentes no MI, levou-se em consideração alguns princípios da TAS, a saber a Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integradora e a Negociação de Significados. Além disso, também foram seguidas as sugestões apresentadas por Bzuneck (2010) para promover a motivação do aluno.

Considerando o pressuposto, de iniciar a apresentação do conteúdo a ser estudado partindo de aspectos mais gerais e inclusivos, estruturamos uma competição na forma de gincana e procuramos abordar os conteúdos ao longo do MI fazendo sempre a associação desses com as situações vivenciadas nessa gincana. Além disso, essas situações proporcionadas pelas competições da gincana serviam de organizadores prévios para aqueles alunos que não possuíam conhecimentos prévios relevantes.

Na elaboração de todo o MI procurou-se diversificar os recursos instrucionais utilizados de forma a propiciar os “embelezamentos motivacionais” propostos por Bzuneck (2010) com o objetivo de estimular os estudantes e de mostrá-los a importância do novo conhecimento.

Ao longo de todo o MI buscamos atividades colaborativas, sempre começando com perguntas referentes à gincana ou a situações do cotidiano. As respostas dadas a essas perguntas eram discutidas entre os alunos que na maioria das vezes traziam outros exemplos e situações que não estavam presentes no MI. Isso auxiliava a ocorrência da diferenciação progressiva dos conteúdos.

Os exercícios propostos no MI tinham como objetivo motivar os alunos, pois esses eram trabalhados com características de desafios começando de atividades mais simples e seguindo para as mais aplicadas. Essas listas de exercícios que eram propostas ao final das seções possibilitavam a demonstração de outras situações em que os conceitos discutidos em sala eram aplicados e isso também auxiliava a ocorrência da diferenciação progressiva. Além disso, de acordo com que os conteúdos iam avançando a resolução desses conteúdos requeriam a retomadas de conteúdos anteriores o que proporcionava a ocorrência da reconciliação integrativa.

A sequência com que os conteúdos foram abordados no MI foi selecionada levando em consideração a organização sequencial e a dependência entre eles. Isso facilitava a retomada de tais conteúdos e a análise de dependência entre eles propiciando situações favoráveis para a ocorrência da reconciliação integrativa.

As atividades eram realizadas sempre privilegiando o questionamento e estimulando a discussão sobre os conceitos abordados. Os alunos eram estimulados a externalizar seus conhecimentos, pois de acordo com Moreira (2011b) essa externalização propicia a Negociação de Significados que tem como objetivo possibilitar que o novo conhecimento seja captado de maneira significativa pelos alunos e também propicia que o professor verifique o domínio do aluno acerca dos conhecimentos prévios necessários para a apresentação dos novos conhecimentos. Ademais essas discussões tanto das atividades realizadas ao longo do MI quanto os exercícios propostos ao final das seções proporcionavam momentos para que a professora utilizasse a estratégia proposta por Bzuneck (2010) que é o *feedback*.

Descreveremos a seguir a gincana e as seções presentes no MI.

A gincana

A gincana é composta por oito competições práticas todas relacionadas aos conceitos físicos que seriam estudados em sala de aula. Além de realizar as atividades propostas os alunos também respondiam a algumas perguntas sobre os fenômenos físicos que ocorriam durante as mesmas. Essas perguntas foram elaboradas com a intenção de instigar os alunos a pensarem sobre fenômenos que muitas vezes poderiam passar despercebidos.

A seguir as descreveremos sucintamente as competições da gincana.

- Competição 1: “Empurrão Diferente”

Nesta competição o aluno deveria deitar sobre um skate próximo a uma parede. Em determinado instante ele empurraria esta parede com os pés de forma a tentar se distanciar dela. A Figura 3.1 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.1: Aluno durante a competição 1 da gincana.

Através dessa atividade foi possível trabalhar os conteúdos de velocidade, aceleração, atrito e as leis de Newton.

- Competição 2: “Puxando a Toalha”

Uma pano de seda foi colocado sobre uma mesa e em cima dele foram colocadas algumas uma taça de plástico com água. O aluno deveria tirar a toalha debaixo da taça sem que a água fosse derramada e sem tocar na taça. A Figura 3.2 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.2: Alunos durante a competição 2 da gincana.

Através dessa competição foi possível trabalhar os conceitos força, massa, atrito e velocidade além da primeira Lei de Newton.

- Competição 3: “Corrida Puxada”

Nesta atividade os grupos disputariam corrida puxando alguns alunos através de uma corda presa a um caixote. A Figura 3.3 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.3: Alunos durante a competição 3 da gincana.

Com essa atividade foi possível trabalhar os conceitos de força, massa, aceleração, atrito e a segunda lei de Newton.

- Competição 4: “Lançamento de Foguetes”

Nesta competição os grupos confeccionaram e lançaram um “foguetes” feito de garrafa pet. A Figura 3.4 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.4: Alunos durante a competição 4 da gincana.

Através dessa atividade foi possível trabalhar os conceitos de atrito e ação-reação.

- Competição 5: “Dança Escorregadia”

Sobre uma lona foi colocada uma mistura de água e sabão. Um integrante de cada grupo deveria tentar dançar sobre esta lona. A Figura 3.5 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.5: Alunos durante a competição 5 da gincana.

Através dessa competição foi possível abordar os conceitos de ação-reação e atrito.

- Competição 6 : “Cabo de Guerra”

Nesta competição os grupos disputaram cabo de guerra no chão do pátio e na lona com água e sabão. A Figura 3.6 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.6: Alunos durante a competição 6 da gincana.

Através dessa competição foi possível abordar os conceitos de somatório de forças, atrito e ação-reação.

- Competição 7: “Quem vai mais Longe?”

Nesta competição dois alunos deveriam sentar-se em skates diferentes e com os pés em cima desse skate. Um aluno de cada vez deveria empurrar o skate do outro aluno, de forma a tentar afastá-lo de si. A Figura 3.7 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.7: Alunos durante a competição 7 da gincana.

Através dessa atividade foi possível trabalhar os conceitos de ação-reação, força, massa e atrito.

- Competição 8: “Corrida de Velocidade”

Nesta competição os alunos dos grupos disputariam uma corrida cronometrando o tempo e a medindo a distância que foi percorrida. Com esses dados em mãos o grupo deveria calcular corretamente o valor da velocidade média desenvolvida pelo aluno do seu grupo durante toda a prova. A Figura 3.8 mostra alguns alunos durante esta competição.



Figura 3.8: Alunos durante a competição 8 da gincana.

Utilizando esta atividade foi possível trabalhar os conceitos de espaço, velocidade, posição e referencial.

Todas essas competições foram posteriormente utilizadas durante as discussões dos conteúdos em sala de aula. Sempre que possível a retomada dessas competições eram feitas utilizando o data-show e através dele eram expostas outras fotos além das que já estavam presentes no MI. Também eram passados pequenos vídeos que foram gravados durante essas competições.

Os experimentos

Com o objetivo de promover o interesse dos alunos por meio da ferramenta do embelezamento proposta por Bzuneck (2010) ao longo do MI foram propostos sete experimentos em seções intituladas “USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR...”. Somente dois desses experimentos eram demonstrativos e foram realizados pela professora com o auxílio dos alunos, já os demais foram realizados pelos próprios alunos sob a supervisão da professora/mestranda. Antes de cada experimento o MI apresentava uma breve descrição, por meio de um roteiro, do fenômeno que seria abordado, além disso, apresentava os passos para que os alunos pudessem desenvolver a atividade. Esses experimentos realizados utilizavam materiais que eram fornecidos pela professora de forma a evitar possíveis transtornos ocasionados pela falta dos mesmos. Esses materiais eram fitas métricas, dinamômetros, ímãs, clips de papel, latas do tipo goiabada, papel alumínio, plástico filme, entre outros.

Os experimentos demonstrativos possibilitavam aos alunos destacar as semelhanças e diferenças relativas às situações e conteúdos já trabalhados, resolvendo inconsistências e integrando significados de forma a possibilitar o processo da Reconciliação Integradora.

Além desses experimentos no MI também há uma seção intitulada “USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR...” Nela é apresentada uma Simulação Computacional com *Applet* para demonstração de um esquema que representa a movimentação das partículas constituintes de dois corpos ao serem atritados uma contra a outra. Este *Applet* utilizado foi desenvolvido pela Universidade do Colorado e está disponível na internet no site <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/friction>.

Para a finalização do MI foi feita uma breve revisão dos conteúdos abordados. Nessa revisão foi lido o texto intitulado “Aristóteles Explica o Movimento” retirado do livro Física conceitual de Paul G. Hewitt e foram discutidas algumas perguntas, presentes no MI, sobre esse texto. Após esse momento foi resolvida a última lista de exercícios que tinha como objetivo revisar todos os conteúdos estudados ao longo do MI.

3.7 - A Aplicação do Material Instrucional

O MI foi elaborado para ser aplicado no início do ano letivo de 2015. As aulas começaram no dia 03 de fevereiro e o período até o dia 13 deste mês foi destinado para avaliação diagnóstica das turmas. Essa avaliação tem como principal objetivo uma análise, por parte dos professores, do nível de aprendizagem dos alunos em relação aos pré-requisitos necessários para a aprendizagem dos conteúdos que serão abordados durante o ano letivo, de maneira a se traçar estratégias de ensino para serem trabalhadas com os mesmos. Através dessa análise diagnóstica os professores das disciplinas de física, química e matemática decidiram em conjunto que a disciplina de matemática abordaria no primeiro trimestre alguns conteúdos que eram considerados pré-requisitos para o ensino de determinados conteúdos dessas disciplinas. Como na semana seguinte ocorreu o feriado de Carnaval este trabalho iniciou-se efetivamente no dia 24 de fevereiro.

No contexto da disciplina de Física e da aplicação desta proposta, as duas primeiras semanas foram destinadas a apresentação e elaboração de MC's baseados na proposta de Ferracioli (2007). Porém este tempo teve que ser estendido em mais uma semana devido a dificuldade de entendimento por parte dos alunos sobre a elaboração desses MC's.

Na primeira semana foi explicado o que são, para que servem e como elaborar um MC. Também foi lido um texto que tratava sobre a poluição dos rios e foi mostrado para os alunos um MC sobre esse tema. Após a exposição e explicação desse MC, foi pedido para que os alunos elaborassem outro MC sobre o mesmo tema, mas que abordasse outras palavras-chave e termos de ligação além daqueles que já haviam sido demonstrados. Esses MC's foram entregues a professora que pôde analisá-los com calma até a próxima aula que ocorreria na semana seguinte.

Os MC's elaborados foram então devolvidos aos alunos com as considerações feitas pela professora. Alguns desses MC's foram expostos no data-show, sem a identificação do aluno, e discutidos com a turma. Após essa discussão foi mostrado aos alunos outro MC sobre o mesmo tema, porém com maior grau de hierarquia, com mais conceitos e preposições, ou seja, um mapa mais estruturado sobre o mesmo tema. Em seguida foi pedido para que esses alunos elaborassem outro MC sobre um tema que eles mesmos escolheriam. Os temas mais utilizados foram futebol e moda. Devido a isso foi pedido que dois alunos colocassem no quadro o seu MC para ser discutido com a turma. A Figura 3.9 abaixo mostra um desses MC's após a realização da discussão com a turma para avaliação e correção do mesmo.

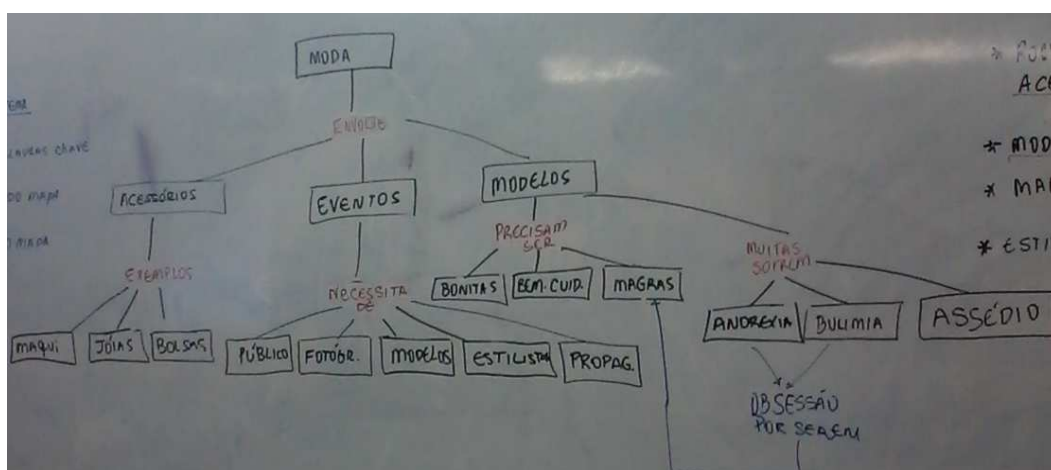


Figura 3.9 - Mapa Conceitual elaborado pelos alunos após uma discussão com a turma.

As elaborações desses MC's permitiram que os alunos percebessem como estes podem ser diferentes e como podemos “visualizar” o entendimento e o significado de determinado conceito ou conteúdo que nele é abordado. De acordo com Ferracioli (2007):

Qualquer mapa conceitual deve ser visto como apenas uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual, ou seja, um mapa conceitual é **uma** possível representação do conhecimento do sujeito e não **a** representação desse conhecimento. Ferracioli (2007, p. 69).

Ao longo de toda essa etapa inicial de elaboração de MC's a professora/mestranda fez várias intervenções e comentários, sendo elas individuais, escritas ou para com toda a turma. Essas intervenções tinham o objetivo de fazer com que os alunos pensassem sobre os conceitos que eles incluíam no mapa, sobre os termos de ligação que utilizavam e sobre a hierarquia conceitual do mesmo.

Após toda essa discussão sobre MC foi pedido para que os alunos elaborassem um novo MC abordando agora o conceito de movimento. Esse mapa foi o primeiro dado coletado para análise da aplicação do MI.

Na aula seguinte foi aplicado um pré-teste com as duas turmas experimental e controle. Esse pré-teste foi o segundo dado coletado para análise da aplicação do MI encontra-se disponibilizado anexo a dissertação.

A partir da aplicação do pré-teste, as turmas seguiram “rumos” diferentes. A turma controle iniciou o estudo utilizando o livro texto adotado pela escola e a turma experimental foi convidada a participar da gincana. Em seguida, iniciou o estudo do conteúdo através do MI que foi disponibilizado em forma impressa para cada aluno.

Antes que a gincana fosse realizada aos alunos da turma experimental, foi solicitado o preenchimento de um termo de consentimento livre e esclarecido, cujo conteúdo segue abaixo. Eu mesma fiz a leitura desse termo e expliquei os objetivos do mesmo.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a),

Sou estudante do curso de Mestrado na Universidade Federal do Espírito Santo. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão do professor Dr. Giuseppe Gava Camiletti.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o aprendizado do aluno através do estudo do conteúdo utilizando um Material Instrucional (MI) baseado na aprendizagem significativa. Este MI foi elaborado com base em uma gincana realizada com os alunos que envolvia os conceitos físicos que serão estudados pelos mesmos.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora professora da escola.

Eu, _____, RG _____
responsável pelo(a) aluno(a) _____ declaro que
fui igualmente informado(a) que as informações coletadas a partir desta pesquisa serão
utilizadas apenas em situações acadêmicas (elaboração de artigos científicos, palestras,
seminários, trabalho de conclusão de curso, etc.) sem trazer a identificação do(a) aluno(a).
Autorizo a utilização e publicação, somente para uso acadêmico, das fotos, filmagens e
dados obtidos durante a participação do(a) aluno(a) na disciplina.

Serra, _____ de _____ de 2015

Assinatura do Orientador

Assinatura da Pesquisadora

Assinatura do responsável pelo aluno participante

Todos os responsáveis pelos alunos participantes assinaram e autorizaram a realização deste trabalho.

Foi pedido ao corpo pedagógico que no dia da realização da gincana o pátio e a quadra estivessem disponíveis somente para turma que participaria desta, porém como se trata de uma escola com uma grande quantidade de turmas e conseqüentemente de professores, neste dia haviam cinco deles ausentes, e mesmo com o auxílio do corpo técnico e pedagógico acabaram ficando alguns alunos de outras turmas no pátio. Esses alunos assistiram a realização das competições e queriam participar das atividades, mas foi pedido para que os mesmos ficassem apenas na torcida. Isso instigou ainda mais a competição entre os alunos que participavam da gincana.

No dia da gincana a turma foi dividida, através de sorteio, em quatro grupos. A programação teria início às 13h e finalização às 17h30min, porém este intervalo de tempo foi suficiente somente para a realização de cinco das oito competições. O que surpreendeu a professora/mestranda foi tamanho envolvimento dos alunos que cronometravam os tempos de cada grupo, mediam centímetro a centímetro as distâncias que eram percorridas e discutiam entre si a melhor maneira de realizar a competição, além de discutirem as respostas das perguntas que faziam parte do roteiro que havia sido entregue para cada grupo. Devido a esse tempo programado não ter sido suficiente a gincana teve que ser finalizada na semana seguinte. Para evitar possíveis transtornos,

devido a utilização dos espaços da escola, essa finalização da gincana ocorreu no Parque da Cidade, local que fica bem próximo a essa escola. Neste dia foram realizadas as competições que ficaram faltando.

Em um momento posterior o grupo vencedor da gincana recebeu sua premiação. Por parte da professora foi uma caixa de bombom para cada aluno do grupo e por parte da escola foi um lanche especial escolhido pelos mesmos.

Para exemplificar como eram feitas as discussões dos conteúdos mostramos a Figura 3.10 a seguir, que faz parte do início da discussão sobre os conceitos de movimento e repouso.



Figura 3.10- Tirinha sobre o conceito de movimento e repouso contida no MI p. 13. **Fonte:** <http://professorvitorleite.blogspot.com.br/2013/05/fisica.html>

Em relação a esta figura foi feita a seguinte pergunta:

P1: “Quando o Cascão diz que está parado e que quem está se movendo é o skate ele está correto? Justifique”.

Após ser dado um tempo para que os alunos respondessem à pergunta no espaço indicado no MI, foi dada a oportunidade para que alguns deles lessem suas respostas e com isso foi realizada uma discussão sobre o assunto. A professora somente mediava a discussão levando esses alunos a chegar em um conceito mais próximo do cientificamente aceito. Depois dessa discussão era dado um tempo para que os alunos corrigissem ou melhorassem sua resposta em outro espaço que o MI reservava para isso. Essas discussões permitiam também o processo de interação entre os alunos. 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 [...]”.

Com a intenção de relacionar o cotidiano e a prática dos alunos uma pergunta a respeito da gincana foi feita logo em seguida. Vale ressaltar que com a colocação dessas situações e perguntas, os próprios alunos já chegavam a outros exemplos da gincana e do cotidiano deles. Essa pergunta abordava uma situação ocorrida na gincana, a Figura 3.11 a seguir mostra tal situação.



Figura 3.11- Situação ocorrida na gincana que aborda os conceitos de movimento e repouso MI p. 13.

A pergunta realizada foi a seguinte:

***P2:** “Se você tivesse que descrever o movimento da aluna 1 o que você diria? E se a aluna 2 também tivesse que descrever o movimento da aluna 1, o que ela diria? Qual resposta estaria correta?”*

Um novo tempo foi estipulado para que os alunos respondessem a essa resposta no espaço reservado no MI. Após esse intervalo de tempo alguns alunos puderam ler suas respostas e foi iniciada uma nova discussão sobre o assunto, seguindo os mesmos passos da pergunta anterior. Cabe ressaltar que nem sempre os alunos respondiam às perguntas em silêncio, na maioria das vezes eles iniciavam a discussão antes de responderem as mesmas no MI, contrariando assim as orientações dadas pela professora/mestranda.

Um aspecto muito interessante era a animação dos alunos ao verem suas fotos colocadas no MI e sendo discutidos os aspectos físicos relacionados à situação mostrada. Isso trazia grande movimentação e argumentação por parte dos alunos, pois viam a discussão da física na prática que haviam realizado além das situações cotidianas que também eram abordadas.

Ao final da aplicação o MI foi solicitado que os alunos da turma experimental e controle elaborassem novamente um MC sobre o conceito de movimento. Também foi aplicado um pós-teste nas duas turmas.

Cabe ressaltar que tanto os MC's como os pré e pós-teste eram atividades avaliativas e ao final o somatório dos pontos distribuídos foi a pontuação trimestral que ao todo somavam-se 30 pontos, sendo a média trimestral 18 pontos. Essa pontuação referente ao trimestre foi distribuída da seguinte forma: 5 pontos de participação para os alunos que elaborassem, de forma satisfatória, os MC's referentes ao estudo dos mesmos; 5 pontos de participação referentes à elaboração do MC inicial; 5 pontos de participação para os alunos que respondessem coerentemente às perguntas do pré-teste; 10 pontos referentes ao pós-teste e 5 pontos referentes à elaboração do MC final.

As aulas do primeiro trimestre totalizavam 28 e dessas, 22 foram destinadas à realização deste projeto, não contabilizando aqui as aulas destinadas à gincana que foram ao todo 8 aulas (dois dias). Essas aulas foram divididas da seguinte forma: 6 aulas destinadas ao estudo e aprendizagem de MC's; 1 aula destinada a elaboração do MC inicial; 1 aula destinada à realização do pré-teste; 12 aulas destinadas à aplicação do MI; 1 aula destinada à realização do MC final e 1 aula destinada à realização do pós-teste.

3.8 - Instrumentos de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada através dos pré e pós-testes, dos MC's elaborados pelos alunos antes e depois aplicação do MI e das Anotações Pessoais da professora/mestranda.

3.8.1 - Pré e Pós-Teste

O pré-teste foi elaborado visando identificar se os alunos já conheciam os conceitos que seriam trabalhados. Ele era composto por quatorze questões e dentre elas somente quatro eram objetivas e dessas uma necessitava de cálculo. Esse pré-teste se encontra anexo à dissertação. Como critério de correção do pré-teste foi atribuída para cada questão uma das categorias mostradas no Quadro 3.1 a seguir. O somatório das notas foi convertido de tal forma que a nota final do aluno variava de zero a dez pontos. Como nota trimestral foi atribuída a este pré-teste uma nota que variava de 0 a 5 pontos avaliando a tentativa de resposta do aluno e não propriamente exigindo que esta estivesse correta.

Categoria	Pontuação	Características	Informações relevantes
Correta (C)	1,0 ponto	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 Correta (PC)	0,5 ponto	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.
Incorreta (I)	0,0 ponto	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)	0,0 ponto	Resposta em Branco	

Quadro 3.1: *Categorias para análise das respostas dadas pelos alunos no MI. Fonte: Silva, 2014.*

O pós-teste, que se encontra anexo a dissertação, foi outro instrumento utilizado para coleta de dados, que foi realizado após a finalização na aplicação do. Ele também continha quatorze questões e somente a questão de número treze, que trabalhava os conceitos de massa e peso era objetiva. De todo modo, ela também exigia cálculos para sua resolução o que não permitia o acerto por acaso ou “chute” na alternativa correta. As demais questões eram dissertativas e nelas foram trabalhados os conceitos de velocidade, aceleração, força, atrito, o princípio da inércia, o princípio fundamental da dinâmica e o princípio da ação e reação. O critério utilizado para a correção do pós-teste foi o mesmo do pré-teste, ou seja, foi atribuída a ele uma nota que variava de 0 a 10 pontos.

Os resultados obtidos pelos alunos no pré e no pós-teste possibilitaram a professora/mestranda estabelecer comparações estatísticas entre o rendimento dos alunos no antes e após os estudos dos conteúdos, tanto na turma controle quanto na experimental.

3.8.2 - Mapas Conceituais

Moreira define MC's como sendo “apenas diagramas indicando as relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos” ele ainda afirma que os MC podem ser bastante valiosos na avaliação da aprendizagem, pois podem mostrar como os alunos estão percebendo e interpretando os significados dos conhecimentos que lhes foram apresentados, além de permitir uma visualização de

como esses alunos estão estabelecendo as relações entre esses conhecimentos com ideias, conceitos e preposições já existentes em sua Estrutura Cognitiva.

Novak (1999) propõe que os MC's podem ser analisados segundo critérios quantitativos e qualitativos. Neste trabalho orientamos os alunos a elaborar os MC's seguindo um modelo hierárquico, em que os conceitos mais inclusivos devem aparecer no topo da hierarquia e os conceitos mais específicos em níveis mais inferiores.

3.8.3 - Anotações Pessoais

O termo “anotações pessoais” que é utilizado neste trabalho é descrito por Cãnete (2010) como sendo “diário de bordo”. Segundo a autora esse diário é:

“(…) compreendido como registro escrito do professor em relação aos acontecimentos de seu cotidiano escolar. O diário será compreendido como o instrumento de registro escrito que o professor utiliza para documentar os acontecimentos da aula, seus sentimentos, preocupações, frustrações, conquistas, o que fez, as atitudes dos alunos, as propostas de ação, assim como a relação destes com teorias já estudadas ou novas teorias que vier a estudar”. (CÃNETE, 2010, p.12)

Pelo seu caráter informal as anotações pessoais se diferenciam das demais formas de coleta e avaliação dos dados. Elas auxiliam o professor e guardar informações relevantes servindo como fonte de recordação e memória.

Todas as anotações foram feitas diariamente ao fim de cada aula. Nelas foram registrados dados como perguntas inesperadas, atitudes comportamentais dos alunos, ausências dos mesmos e outros fatores pertinentes que podiam influenciar a aprendizagem dos estudantes.

3.9 – Técnicas de Análise de Dados.

Nesta seção serão descritas as técnicas utilizadas para analisar os dados obtidos com os instrumentos de coleta de dados especificados na seção 3.8.

3.9.1 – Técnica de Análise dos Pré e Pós-Teste

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

Neste trabalho os pré e pós-teste foram analisados utilizando-se o teste de Wilcoxon. Nele foi avaliado se houveram diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos alunos, das turma controle e experimental, antes (pré-teste) e após (pós-teste) o estudo dos conteúdos. Esses testes foram realizados pelo Laboratório de Estatística (Lestat) da Universidade Federal do Espírito Santo.

O nível de significância adotado neste trabalho foi 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.

O teste de Wilcoxon é um método *não paramétrico* que possui como objetivo 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.

3.9.2 – Técnica de Análise dos Mapas Conceituais

Neste trabalho os MC's foram classificados e analisados segundo os critérios propostos por Novak (1999) e por Mendonça (2012), que encontram-se detalhados no Quadro 3.2 a seguir.

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.
Hierarquia	Refere-se a organização hierárquica dos conceitos apresentados no mapa, onde cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito acima dele, ou seja, o mapa apresenta níveis hierárquicos distinguíveis.

Quadro 3.2: Critérios utilizados por Novak(1999) e Mendonça (2012) (adaptado)

Para alguns dos critérios descritos no Quadro 3.2, Novak atribuiu uma pontuação que, quando somadas, fornecem a pontuação do MC analisado. Essas pontuações são as seguintes:

- 1 ponto para cada proposição válida e significativa.
- 5 pontos para cada nível hierárquico válido.
- 10 pontos para cada relação cruzada que seja válida.
- 1 ponto para cada exemplo válido.

A seguir é mostrado, na Figura 3.12, um mapa hierárquico como modelo de pontuação dos mesmos.

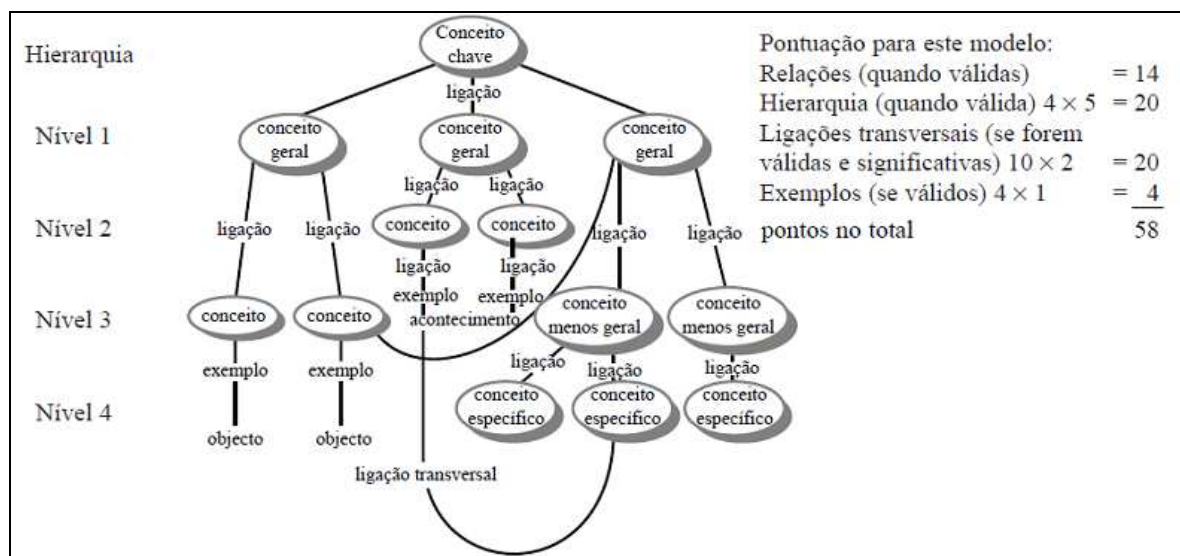


Figura 3.12: Modelo para pontuação de mapas conceituais. Fonte: Novak (1999)

Levando em consideração a hierarquia dos MC's, os conceitos e ligações adequadas, as relações cruzadas e a presença de exemplos nesses MC's Mendonça (2012) categorizou-os através de um critério qualitativo que chamou de Qualidade do Mapa, cujas descrições de suas categorias encontram-se no Quadro 3.3.

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 3.3: Categorias de análise da Hierarquia Conceitual. (Fonte: Mendonça, 2012)

Utilizando esses critérios estabelecidos por Mendonça e Novak, iremos comparar as pontuações obtidas pelos alunos nos mapas iniciais e finais.

3.9.3 – Técnica de Análise das Anotações Pessoais da Professora

Através das anotações pessoais é possível a avaliação de alguns quesitos que geralmente não são contemplados em uma avaliação comum. De acordo com Cãnete (2010) tais anotações permitem uma avaliação mais segura, pois quando se escreve faz-se uma observação mais cuidadosa dos acontecimentos. Tais anotações são realizadas com o objetivo de avaliar as experiências de formação ou os impactos produzidos por elas.

Por ser uma ferramenta importante no processo de investigação educacional, essas anotações foram utilizadas, neste trabalho, como um instrumento para que a professora/mestranda avaliasse a utilização do MI durante todo o processo de aplicação do mesmo.

Através desses registros farei uma análise crítica das práticas propostas de forma a relacioná-las com seus objetivos anteriormente pensados e a formular possíveis mudanças necessárias no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos propostos neste trabalho.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo são apresentadas as análises dos dados coletados, por meio dos instrumentos descritos na seção 3.9 do capítulo de metodologia, e os resultados dessa análise. Na seção 4.1 são apresentados os resultados do desempenho dos alunos obtidos no pré e pós-teste, também, nesta seção, é apresentada uma análise das respostas às questões do pós-teste. Na seção 4.2 é feita uma análise dos mapas conceituais, já na seção 4.3 são discutidos, utilizando as anotações pessoais da professora/mestranda, os registros e reflexões sobre a aplicação do MI.

4.1 – Resultados do Pré e do Pós-teste

Nessa seção será mostrada a análise dos resultados obtidos pelos alunos nos pré e pós-teste. Essa análise tem como orientação o passo oito para elaboração de uma UEPS proposta por Moreira (2011d), segundo o qual um material de ensino poderá ser considerado exitoso, se a avaliação de desempenho realizada pelos alunos fornecer evidências da Aprendizagem Significativa (AS), 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.

Cabe ressaltar aqui, que somente foram considerados, para os testes e análises que serão apresentadas abaixo, os Mapas Conceituais (MC) e os pré e pós-teste dos alunos que participaram das duas atividades, ou seja, os alunos que fizeram o MC inicial e final e os

que fizeram o pré e pós-teste, pois nas turmas haviam em média 38 alunos matriculados, porém muitos não participaram das duas atividades por motivo de falta injustificada.

Na seção 3.8.1 vimos que foi atribuída, para cada teste, uma nota que variava de 0,0 (zero) a 10,0 (dez) pontos que dependia da quantidade de acertos alcançados. Estas notas faziam parte da distribuição da pontuação trimestral da disciplina.

Buscando avaliar se existiam diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos alunos entre o pré e o pós-teste no grupo controle e experimental, comparamos os rendimentos desses alunos nessas duas avaliações, a partir disso os dados foram analisados por meio do teste estatístico de *Wilcoxon*. Os resultados desse teste são apresentados na Tabela 4.1 a seguir.

A hipótese nula adotada para esse teste é:

H_0 : Não há diferenças dentro de cada grupo específico em relação ao pré-teste e ao pós-teste.

Tabela 4.1: *Rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste do grupo Experimental e Controle (Teste de Wilcoxon).*

Grupo	Momento	Média	DP	p-valor
Controle	Pré-teste	1,65	1,65	0,610
	Pós-teste	2,91	2,22	
Experimental	Pré-teste	1,66	1,11	0,003
	Pós-teste	4,13	2,41	

Legenda: DP = Desvio Padrão

Para o teste estatístico realizado 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 houveram diferenças estatisticamente significativas entre as notas obtidas pelos alunos no Pós e Pré-teste.

Sendo assim, conforme o p-valor encontrado para o grupo controle, vemos que não há diferença estatisticamente significativa entre o pré-teste e o pós-teste, ou seja, acatamos a hipótese nula. Entretanto, no grupo experimental, a despeito do resultado obtido podemos observar uma diferença entre as duas medidas.

Uma explicação para diferença encontrada entre as turmas experimental e controle pode estar relacionada à participação dos alunos nas aulas ministradas que utilizavam o MI, visto que através da análise dos valores apresentados na Tabela 4.1 podemos percebemos que a média da turma experimental subiu consideravelmente em relação a

da turma controle, mas ainda assim não foi alcançado o mínimo aceito que é de 60% da nota.

A Tabela 4.2 abaixo nos fornece os dados do PAEBES referentes às ciências da natureza, para os alunos dos 9º anos do ensino fundamental, e à Física para os alunos da 3ª série do ensino médio.

Tabela 4.2: Nível de Proficiência. Fonte: PAEBES edição 2013

Turma	% por padrão de Desempenho			
	Abaixo do Básico	Básico	Proficiente	Avançado
9º ano EF	40,8	47,7	10,0	1,5
3ª Série	49,3	37,5	9,1	4,1

Através desses dados percebemos que não existem diferenças significativas entre esses grupos, ou seja, os alunos, em sua maioria, mesmo após cursar todo o Ensino Médio continuam com o nível de proficiência insatisfatório. Segundo estudos apresentados na revista do Sistema de Avaliação do PAEBES (ESPÍRITO SANTO, 2014 p. 25) apenas os alunos que estão nos níveis proficiente ou avançado possuem condições mínimas para que avancem em seu processo de escolarização. Isso nos remete aos dados da turma controle que mesmo após o “estudo” do conteúdo o resultado alcançado no pós-teste não apresenta diferenças significativas em relação ao resultado do pré-teste.

Entretanto, podemos considerar que os resultados apresentados pela turma experimental são exitosos, pois os alunos avançaram em seus conhecimentos, diferentemente da turma controle. Cabe observar que inicialmente mais de 80% dos alunos eram considerados sem os requisitos mínimos necessários para avançar em seus estudos. A comparação entre os dados apresentados sugere que houve contribuição das aulas ministradas para os alunos da turma experimental por meio da utilização do MI.

Ao longo da aplicação do MI percebi que os alunos possuíam dificuldades em externalizar seus conhecimentos, digo externalizar de forma escrita, pois veremos mais adiante, na análise das anotações pessoais da professora, que durante as aulas ministradas praticamente toda a turma discutia as situações apresentadas. Verificamos o impacto dessa falta de externalização quando calculamos uma nova média da turma desconsiderando as notas dos alunos que deixaram mais de 60% do pós-teste sem resposta. Essa nova média é mostrada Tabela 4.3 abaixo.

Tabela 4.3: *Rendimento dos alunos no Pré e no Pós-teste desconsiderando as avaliações que apresentavam mais de 60% das questões sem resposta.*

Grupo	Momento	Média
Controle	Pré-teste	1,65
	Pós-teste	3,30
Experimental	Pré-teste	1,66
	Pós-teste	5,90

Através desses dados observamos que a média da turma experimental aumenta consideravelmente, chegando praticamente a 60%. Isso nos remete a uma reflexão sobre os motivos que podem estar relacionados a essa ausência de resposta.

Uma situação observada pela professora e que pode estar relacionada a ausência de respostas no pós-teste é que os alunos buscam alcançar somente a média, ou seja, 60% de rendimento. Durante a entrega das atividades percebi que os alunos faziam cálculos para saber quanto ainda precisavam para alcançar os 60% da pontuação trimestral. Além disso, essa busca somente pela média pode gerar um déficit de conhecimento que com o passar dos anos pode ocasionar sérias dificuldades de compreensão dos novos assuntos estudados, pois justamente os conteúdos “deixados” para trás podem ser requisitos para novos aprendizados.

Observamos então duas situações: uma em que os alunos que participavam das discussões nas aulas e que expunham suas ideias e explicações sobre os fenômenos e conceitos abordados, deixavam questões do pós-teste sem respostas, isso provavelmente por dificuldades em se expressar de forma escrita; outra em que a busca por alcançar somente a média pode ter contribuído para que os alunos deixassem algumas questões do pós-teste sem respostas.

Apresentamos no Quadro 4.1 abaixo o panorama geral da turma experimental em relação ao pós-teste. A identificação A1 refere-se ao aluno 1, não citamos nomes para preservar a identidade dos mesmos.

Devido às questões serem discursivas adotamos os critérios Correto, Parcialmente Correto, Incorreto e Branco que se refere às questões sem respostas. As notas atribuídas a essas questões foram 1,0 ponto para as corretas e 0,5 ponto para as parcialmente corretas, já para as questões incorretas ou em branco o valor atribuído foi 0,0.

Quadro 4.1: Resultados obtidos pelos alunos no Pós-Teste.

Alunos	Questões do Pós-Teste														Nota
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A1	B	B	I	I	B	PC	I	PC	C	C	I	B	C	PC	3,21
A2	C	B	B	B	PC	B	B	PC	I	PC	I	B	PC	PC	2,50
A3	PC	C	I	C	I	PC	I	PC	C	C	I	B	I	B	3,93
A4	C	C	PC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	9,64
A5	PC	B	I	B	B	PC	B	PC	C	I	I	I	B	PC	2,14
A6	C	C	I	PC	B	C	C	PC	C	C	I	I	C	PC	6,07
A7	I	C	I	PC	I	I	PC	C	PC	C	I	I	B	PC	3,57
A8	I	C	I	B	I	I	I	PC	I	PC	I	I	B	PC	1,79
A9	C	C	I	C	I	C	C	C	C	C	I	I	C	C	7,14
A10	PC	C	I	C	I	PC	I	PC	I	C	B	PC	PC	C	4,64
A11	C	I	I	I	B	I	PC	PC	C	I	I	B	PC	C	3,21
A12	I	C	I	PC	C	I	PC	C	C	PC	I	B	C	B	4,64
A13	C	I	I	I	B	I	I	I	I	C	I	I	PC	C	2,50
A14	B	B	I	PC	B	I	B	PC	C	C	B	B	B	PC	2,50
Média da Turma															4,13

Legenda: C - correta, PC - Parcialmente correta, I - Incorreta, B - Branco.

O Quadro 4.2 abaixo mostra quais conceitos foram abordados em cada questão.

Quadro 4.2: Conteúdos cobrados nas questões.

Conteúdo Abordado	Questões do Pós-Teste													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Velocidade Média	X	X				X								x
Aceleração	X	X	x			x				x	x			
Princípio Fundamental da Dinâmica			x			x								
Atrito e Primeira lei de Newton					X				x			x		
Ação e Reação							x	x					X	
Força Peso				x										

Para uma melhor análise das respostas dadas às questões do pós-teste apresentamos na Tabela 4.4 a seguir os resultados relacionados aos critérios de correção descritos acima.

Tabela 4.4: Análise das respostas do Pós-Teste em relação aos critérios de correção.

Dados das respostas por Questão (%)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C	42,8	57,1	0	28,6	14,3	21,4	21,4	28,6	64,3	64,3	7,1	7,1	35,7	35,7
I	21,4	14,3	85,7	21,4	35,7	42,9	35,7	7,1	28,6	14,3	78,6	42,9	14,3	7,1
PC	21,4	0	7,1	28,6	7,1	28,6	21,4	64,3	7,1	21,4	0	7,1	28,6	50,0
B	14,3	28,6	7,1	21,4	42,9	7,1	21,4	0	0	0	14,3	42,9	21,4	7,1

Legenda: C = Correta; PC = Parcialmente Correta; I = Incorreta; B = Branco.

Através dos dados dessa tabela podemos verificar que as questões que apresentam maior índice de respostas em branco são as de número 5 e 12, que abordam os conceitos de Inércia e de Atrito. Porém a questão 9 que também trata do mesmo assunto apresenta 64,3% de acerto. Analisando tais questões observamos que as de número 5 e 9 abordam os conteúdos de forma muito semelhante, logo o aluno que respondeu corretamente uma delas “deveria” responder corretamente a outra, porém não é isso o que ocorre. Este fato nos remete novamente à discussão que fizemos acima com relação à percentagem de questões não respondidas. Outras situações como essa também são verificadas nas demais questões. Devido a este fato ser recorrente ele pode ter contribuído para que a média dos alunos e conseqüentemente da turma fosse abaixo da desejada.

A seguir faremos uma análise detalhada dos acertos ocorridos nas questões, separando-as por assunto tratado. A título de exemplificação, mostraremos abaixo como tal análise foi realizada com as questões 7 e 8.

As Figuras 4.1 e 4.2 abaixo mostram essas questões que abordam o Princípio da Ação e Reação.

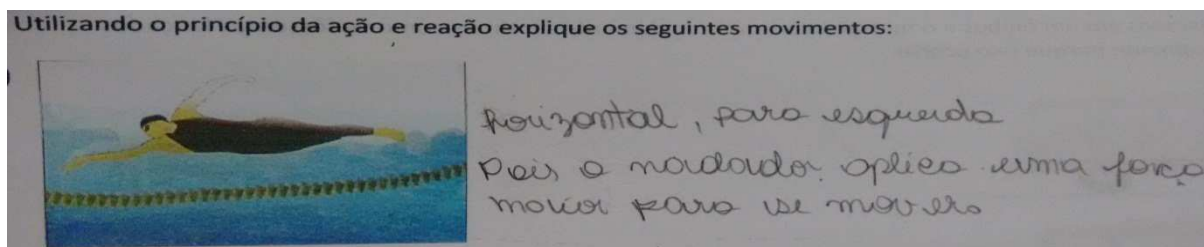


Figura 4.1: Questão 7(a) do Pós-Teste respondida por um aluno.

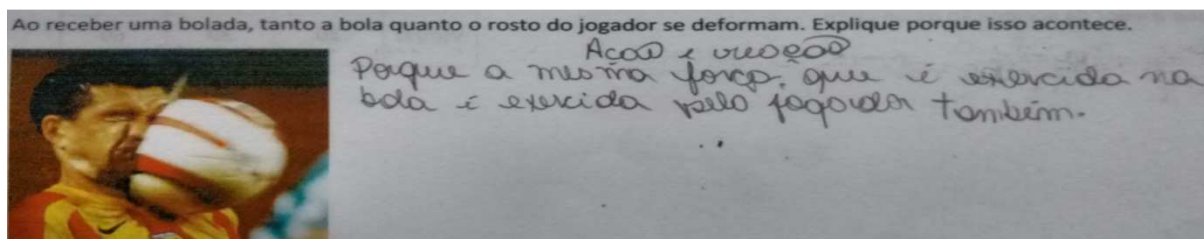


Figura 4.2: Questão 8 do Pós-Teste respondida por um aluno.

Vemos que o aluno errou a questão 7, porém acertou a questão 8. Neste caso podemos dizer que apesar de não ter respondido corretamente a questão 7 este aluno apresenta conhecimento sobre o conceito de Ação e Reação. De forma semelhante a esta analisamos todas as questões do pós-teste e apresentamos os dados nas tabelas que seguem.

Para iniciar esta análise apresentamos abaixo a Tabela 4.5 que nos fornece os dados referentes aos conteúdos de Velocidade e Aceleração.

Tabela 4.5: *Percentual de acertos, para os grupos Experimental e Controle, relacionados aos conteúdos de Velocidade e Aceleração.*

Análise das questões	Média Percentual (%) de acertos			
	Turma Experimental		Turma Controle	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Cálculo correto de velocidade.	50,0	71,4	23,1	38,5
Conceituam velocidade como distância percorrida em determinado intervalo de tempo.	50,0	71,4	23,1	30,8
Cálculo correto de aceleração.	14,3	42,8	15,4	23,1
Conceituam aceleração com variação da velocidade em determinado intervalo de tempo.	14,3	42,8	23,1	15,4

Verificamos através desses dados que há alunos que sabem efetuar os cálculos para encontrar os valores da velocidade e da aceleração, mas que não sabem conceituá-las corretamente.

Na Tabela 4.6 a seguir observamos os dados referentes ao Princípio Fundamental da Dinâmica.

Tabela 4.6: *Percentual de acertos, para os grupos Experimental e Controle, relacionados ao Princípio Fundamental da Dinâmica.*

Análise das questões	Média Percentual (%) de acertos			
	Turma Experimental		Turma Controle	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Cálculo correto do somatório de forças.	21,4	64,3	23,1	46,2
Cálculo correto de aceleração dos blocos.	0	35,7	0	7,7
Relacionam corretamente o somatório de forças não nulo com aceleração adquirida pelo corpo.	28,6	42,9	30,7	46,2
Relacionam corretamente, que para um somatório de força constante, a massa e a aceleração são grandezas inversamente proporcionais.	28,6	35,7	30,7	46,2

Através desses dados observamos que a turma experimental apresentou maior dificuldade no entendimento do Princípio Fundamental da Dinâmica quando comparada com a turma controle. Isso nos alerta para possíveis falhas na abordagem desse conceito.

A Tabela 4.7 a seguir apresenta os dados das questões que abordavam os conceitos de Atrito e Inércia.

Tabela 4.7: *Percentual de acertos, para os grupos Experimental e Controle, relacionados aos conceitos de Atrito e Inércia.*

Análise das questões	Média Percentual (%) de acertos			
	Turma Experimental		Turma Controle	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Possuem entendimento cientificamente aceito em relação à Inércia.	0	50,0	0	15,4
Entendem que o atrito é responsável por gerar uma força que é sempre contrária ao movimento e que tende a desacelerar os corpos.	42,9	71,4	38,5	30,8

De acordo com esses dados verificamos que, inicialmente, os alunos das duas turmas não apresentavam conhecimento algum sobre Inércia, porém a turma experimental apresentou uma melhora significativa em relação a este conceito se comparada à turma controle.

A próxima análise, realizada através da Tabela 4.8 a seguir, trata das questões relacionadas à Ação e Reação.

Tabela 4.8: *Percentual de acertos, para os grupos Experimental e Controle, relacionados ao Princípio da Ação e Reação.*

Análise das questões	Média Percentual (%) de acertos			
	Turma Experimental		Turma Controle	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Possuem o entendimento correto a respeito do princípio da Ação e Reação.	0	85,7	7,7	46,2

Observamos através desses dados que a turma experimental apresentou uma melhora expressiva em relação a este princípio.

Por último a Tabela 4.9 a seguir refere-se às questões que abordavam o conceito de força peso.

Tabela 4.9: *Percentual de acertos, para os grupos Experimental e Controle, relacionados à Força Peso.*

Análise das questões	Média Percentual (%) de acertos			
	Turma Experimental		Turma Controle	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Cálculo correto da força peso.	---	85,7	---	46,2
Diferenciam força e massa.	35,7	50,0	23,1	38,5
Possuem o entendimento que um corpo quando solto no ar, desprezando os atritos, fica sujeito somente a força peso e que esta é direcionada para o centro da Terra.	0	28,5	30,8	7,7

Destaca-se nesta análise a diminuição do número de acertos apresentados pela turma controle em relação ao entendimento que um corpo quando solto no ar, desprezando os atritos, fica sujeito somente à força peso e que esta é direcionada para o centro da Terra. No pré-teste esse conceito foi abordado de forma objetiva e isso pode ter contribuído para que alguns alunos “colassem” a resposta de outros alunos sem que a professora percebesse. Destacamos que essa situação não ocorreu nas questões discursivas.

Ao elaborarmos o pré e o pós-teste selecionamos questões diferentes que tratavam do mesmo assunto, pois sabíamos que há situações em que o aluno não consegue resolver determinada questão por dificuldades em interpretar o enunciado ou de entender as situações que são apresentadas e não por falta de conhecimento do conteúdo. Dessa forma poderíamos avaliar o conhecimento do aluno de maneira diferente da simples atribuição de notas.

Faremos na próxima seção uma análise dos MC's de forma a verificar se as informações contidas nos mesmos se relacionam com os dados dos Testes analisados acima.

4.2 – Análise dos Mapas Conceituais

Neste trabalho o mapeamento conceitual foi utilizado com o objetivo de analisar a evolução do conhecimento do aluno e possíveis diferenças ocorridas entre as turmas experimental e controle.

Os alunos elaboraram um MC inicial antes do estudo do conteúdo, e um MC final ao término do estudo do conteúdo. A análise do MC inicial pode nos fornecer uma visualização dos conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre o assunto estudado. Já os MC finais podem nos indicar se ocorreu alguma modificação nestes conhecimentos, ou seja, se ocorreu a aquisição de algum novo conceito e se houve diferenciação entre as relações atribuídas a estes conceitos.

Neste trabalho os MC's foram classificados de acordo com critérios qualitativos e quantitativos propostos por Mendonça (2012), são estes critérios: Qualidade do Mapa (QM), Total de Conceitos (TC), Conceitos Válidos (CV), Total de Proposições (TP), Proposições Válidas (PV), Relações Cruzadas (RC) e quantidade de Exemplos (EX). Também foi realizada uma classificação segundo a quantidade de Níveis Hierárquicos (NH) e foi atribuído a cada mapa uma pontuação, conforme proposto por Novak (1999).

Faremos abaixo, como forma de exemplificação, a análise dos MC's elaborados pelo aluno A6. A Figura 4.3 a seguir mostra o MC inicial feito por este aluno.

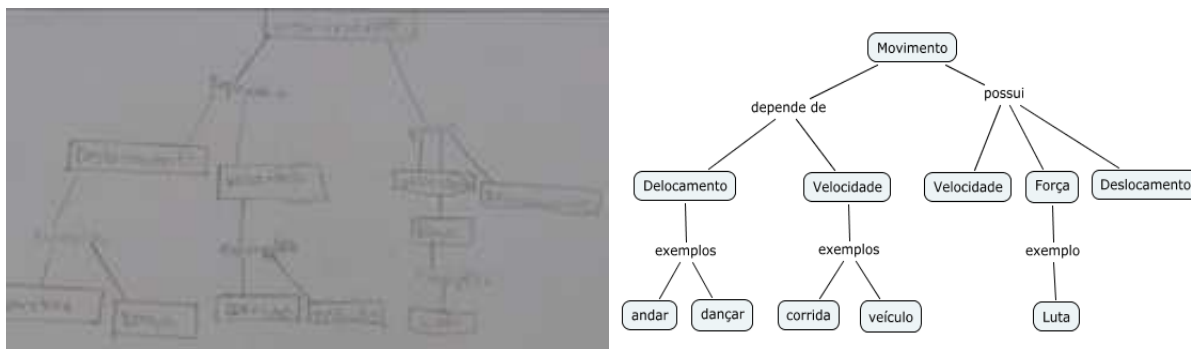


Figura 4.3: Mapa conceitual inicial elaborado pelo aluno A6, da turma controle, antes do estudo dos conteúdos.

Este Mapa apresenta como tema geral o “Movimento”. Podemos verificar que o aluno relaciona este Movimento à Velocidade e à Deslocamento, além disso, ele exemplifica deslocamento como sendo “andar” e “dançar” e velocidade como sendo “corrida” e “veículo”. Através desses exemplos verificamos a ausência de referencial para a definição de deslocamento, também podemos verificar que o aluno associa velocidade à rapidez quando este utiliza o termo “correr” diferenciando-o de “andar”. Este aluno também associa Movimento a Força e exemplifica esta força como sendo “luta”.

Fazendo então uma análise qualitativa deste mapa, utilizando os critérios, citados acima, propostos por Mendonça, verificamos que este mapa apresenta somente 3 conceitos, 3 proposições e 2 exemplos considerados válidos, apresenta também apenas 1 nível de hierarquia conceitual e não apresenta relações cruzadas. A pontuação (PTO) deste MC, de acordo com os valores apresentados na seção 3.8.2, é calculada da seguinte forma:

$$PTO = (1 \times PV) + (5 \times NH) + (10 \times RC) + (1 \times EX)$$

$$PTO = (1 \times 3) + (5 \times 1) + (10 \times 0) + (1 \times 2)$$

$$PTO = 10$$

Podemos deprender deste MC que apesar de existir alguns conceitos físicos, relacionados ao movimento dos corpos, estes não estão bem desenvolvidos na estrutura cognitiva do aluno. De acordo com as categorias dos MC descritas no Quadro 3.1 da seção 3.8.1 esse mapa é classificado como Deficiente (MD), pois é pobre em conceitos, apresenta hierarquização básica e demonstra que o aluno apresenta pouco conhecimento sobre o assunto tratado.

Agora observe na Figura 4.4 abaixo o MC Final elaborado por este aluno.

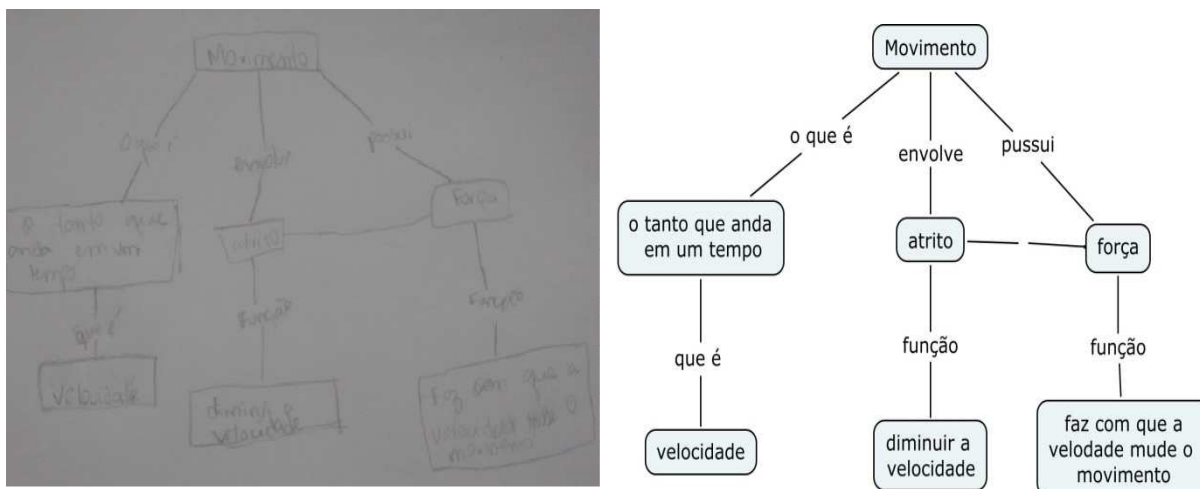


Figura 4.4: Mapa conceitual inicial elaborado pelo aluno A6, da turma controle, antes do estudo dos conteúdos.

Neste MC o aluno também apresenta como tema geral o “Movimento” e associa este movimento à velocidade definindo-a como sendo “o tanto que se anda em um determinado tempo”. Além disso, ele relaciona movimento à força e descreve que esta tem a função de “variar a velocidade”. Ele ainda relaciona atrito ao conceito de força e explica que o mesmo tem a função de diminuir a velocidade, essa relação é considerada aqui como um exemplo de força. Porém, verificamos ainda, que este aluno descreve que o “movimento possui força” e que “envolve atrito”. Isso nos indica que a relação entre esses conceitos pode não está bem organizada na estrutura cognitiva do aluno.

Fazendo a análise qualitativa deste mapa, utilizando os mesmos critérios do mapa anterior, verificamos que o mesmo apresenta 5 conceitos, 5 proposições e 1 exemplo considerado válido, apresenta também 2 níveis de hierarquia conceitual e não apresenta relações cruzadas. A pontuação (PTO) deste MC, de acordo com os valores apresentados na seção 3.8.2, é calculada da seguinte forma:

$$PTO = (1 \times PV) + (5 \times NH) + (10 \times RC) + (1 \times EX)$$

$$PTO = (1 \times 5) + (5 \times 2) + (10 \times 0) + (1 \times 1)$$

$$PTO = 16$$

Verificamos que apesar de apresentar uma melhora em relação ao MC anterior este MC é classificado como Regular (MR), pois apesar de haverem alguns conceitos centrais sobre o tema estes não estão claros assim como as palavras de ligação.

Utilizando esses critérios de análise e classificação dos MC's, compilamos os dados dos MC confeccionados antes e após o estudo dos conteúdos. Esses dados são mostrados na Tabela 4.10 que se refere a turma experimental e na Tabela 4.11 referente a turma controle.

Tabela 4.10: *Classificação e pontuação dos MC's desenvolvidos pelos alunos da turma Experimental, conforme os critérios propostos por Mendonça (2012) e Novak (1999).*

Alunos	Mapas	Critérios								
		TC	CV	TP	PV	RC	EX	NH	PTO	QM
A1	Inicial	4	2	6	2	0	0	1	7	MD
	Final	8	7	10	9	1	1	3	35	MR
A2	Inicial	3	3	7	3	0	0	2	13	MD
	Final	7	6	9	8	0	0	4	28	MR
A3	Inicial	3	3	4	3	0	0	3	18	MD
	Final	8	7	9	7	0	1	3	23	MR
A4	Inicial	3	2	3	2	0	0	1	7	MD
	Final	10	8	12	12	1	1	4	43	MB
A5	Inicial	6	3	6	3	0	0	2	13	MD
	Final	8	6	10	10	0	1	3	23	MR
A6	Inicial	3	3	5	3	0	2	1	10	MD
	Final	5	5	5	5	0	0	2	15	MD
A7	Inicial	8	3	11	3	0	0	1	4	MD
	Final	9	9	10	10	0	1	3	26	MR
A8	Inicial	3	2	3	2	0	0	1	7	MD
	Final	6	6	8	6	0	1	3	22	MR
A9	Inicial	5	4	7	5	0	1	1	11	MD
	Final	8	7	9	8	0	0	4	28	MR
A10	Inicial	4	3	5	3	0	0	2	13	MD
	Final	9	9	11	11	1	1	4	42	MB
A11	Inicial	3	3	3	3	0	0	1	8	MD
	Final	7	6	9	8	0	1	3	24	MR
A12	Inicial	5	3	6	5	0	0	2	15	MD
	Final	10	9	12	9	1	1	4	40	MB
A13	Inicial	4	2	4	3	0	0	1	8	MD
	Final	8	7	10	8	0	0	4	28	MR

Legenda: TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RC = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; NH = Nível Hierárquico; PTO = Pontuação; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular e MD = Mapa Deficiente.

Tabela 4.11: Classificação e pontuação dos MC's desenvolvidos pelos alunos da turma Controle, conforme os critérios propostos por Mendonça (2012) e Novak (1999).

Alunos	Mapas	Critérios								
		TC	CV	TP	PV	RC	EX	NH	PTO	QM
A1	Inicial	10	2	11	2	0	0	1	7	MD
	Final	6	4	7	3	0	0	1	8	MD
A2	Inicial	5	2	6	2	0	0	1	7	MD
	Final	8	5	9	5	0	0	2	15	MD
A3	Inicial	5	4	6	4	0	0	2	14	MD
	Final	5	4	7	4	0	1	3	20	MD
A4	Inicial	4	3	7	4	0	0	1	9	MD
	Final	6	6	8	7	0	0	3	22	MR
A5	Inicial	3	3	5	3	0	1	2	14	MD
	Final	5	4	6	4	0	0	2	14	MD
A6	Inicial	8	5	11	7	0	1	2	18	MD
	Final	10	8	13	12	0	2	4	34	MR
A7	Inicial	4	2	6	3	0	0	2	13	MD
	Final	6	5	8	7	0	0	3	22	MR
A8	Inicial	5	4	6	4	0	1	2	15	MD
	Final	8	6	10	6	1	1	3	32	MR
A9	Inicial	4	3	4	4	0	0	1	9	MD
	Final	5	4	7	4	0	0	3	19	MD
A10	Inicial	4	4	5	4	0	0	2	14	MD
	Final	6	4	7	6	0	1	3	22	MR
A11	Inicial	5	3	5	3	0	0	2	13	MD
	Final	8	6	10	7	0	0	3	22	MR
A12	Inicial	7	5	8	7	0	1	2	18	MD
	Final	8	6	8	6	0	0	3	21	MR
A13	Inicial	4	2	4	3	0	0	1	8	MD
	Final	5	2	5	2	0	0	2	12	MD

Legenda: TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RC = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; NH = Nível Hierárquico; PTO = Pontuação; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular e MD = Mapa Deficiente.

Na tabela 4.12 abaixo são mostradas as somas dos valores numéricos dos critérios TC, CV, TP, PV, RC, EX e NH dos mapas iniciais e finais. Essa tabela também mostra a diferença percentual entre essas somas considerando como valor de referencia o menor entre eles.

Tabela 4.12: Comparação entre os critérios quantitativos dos Mapas Iniciais e Finais

Turma Experimental		Critérios							
		TC	CV	TP	PV	RC	EX	NH	PTO
Soma dos Critérios	Mapa Inicial	54	36	70	40	0	3	19	134
	Mapa Final	103	92	124	111	4	9	44	377
Diferença (%)		90	155	77	177	400	300	131	181
Turma Controle		Critérios							
		TC	CV	TP	PV	RC	EX	NH	PTO
Soma dos Critérios	Mapa Inicial	68	42	84	50	0	4	21	159
	Mapa Final	86	64	105	73	1	5	35	263
Diferença (%)		26	52	25	46	100	25	67	65

Legenda: TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RC = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; NH = Nível Hierárquico; PTO = Pontuação do Mapa.

A figura 4.5 abaixo mostra o gráfico de barras que apresenta os resultados das somas dos critérios, exceto pontuação, dos Mapas Iniciais e Finais das turmas Experimental e Controle.

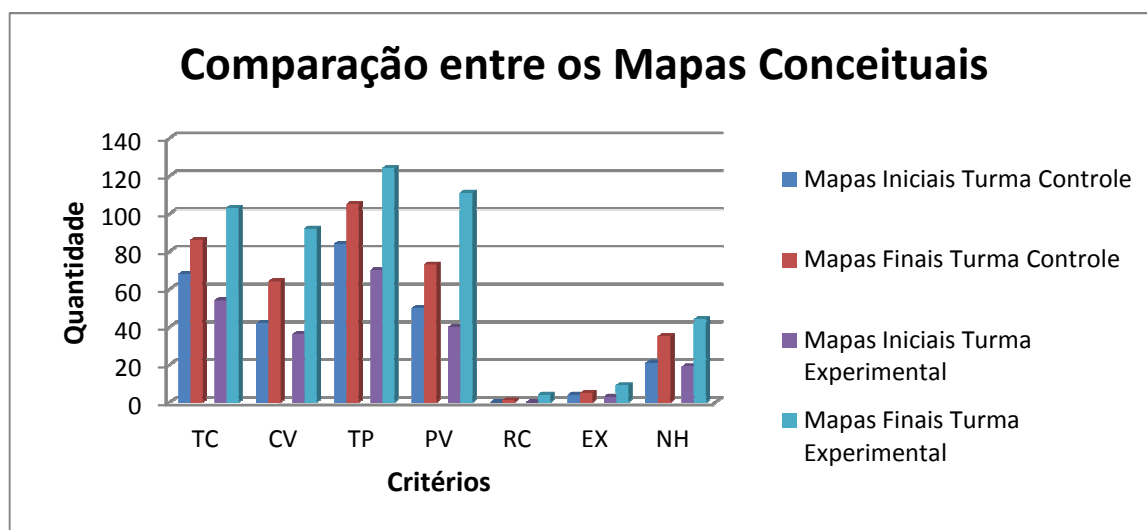


Figura 4.5: Gráfico que apresenta as somas dos critérios dos Mapas Iniciais e finais das turmas Experimental e Controle.

Os resultados das somas dos critérios quantitativos mostrados no gráfico da figura 4.4 mostram que a soma de todos os critérios aumentou tanto para a turma experimental quanto para a turma controle. Este resultado já era esperado, pois a análise dos MC's iniciais e dos pré-testes mostrou indícios de que os alunos possuíam pouquíssimos conhecimentos sobre o assunto que foi estudado, logo é natural que com o estudo dos conteúdos esses alunos venham adquirir o conhecimento de outros conceitos e necessitem de uma maior hierarquia conceitual e de mais proposições para acomodar e "ancorar" em sua estrutura cognitiva tais conceitos.

Observamos que a diferença entre as somas de todos os critérios é maior para a turma experimental. Isso nos indica que essa turma obteve melhor rendimento quando comparada com a turma Controle e este resultado corrobora com os resultados já apresentados na análise dos pré e pós-teste. Tal diferença entre os rendimentos das turmas pode estar relacionada à aplicação do MI que foi elaborado seguindo alguns passos para elaboração de uma UEPS. Esse MI, que é baseado da Teoria da Aprendizagem significativa, motiva a participação do aluno e o incentiva a interagir com os colegas, a discutir as situações apresentadas e a buscar em seu dia a dia outras situações que exemplificam aplicações dos fenômenos estudados.

Observamos também, na tabela 4.12, que inicialmente as turmas não apresentavam relações cruzadas entre os conceitos presentes nos MC's, e mesmo após o estudo dos conteúdos esse número continuou baixo sendo somente 4 na turma Experimental e 1 na turma Controle. Entretanto, também podemos observar que houve um aumento significativo da quantidade de níveis de hierarquia conceitual principalmente na turma Experimental, pois esse valor passou de 19 para 44 aumentando no total 131%, já na turma Controle esse número passa de 21 para 35 aumentando apenas 67% no total. Esses resultados podem nos indicar que houve maior ocorrência da diferenciação progressiva se comparada à reconciliação integradora e de acordo com Moreira (2011a) essa ocorrência é comum.

Abaixo apresentamos a Tabela 4.13 que nos fornece uma comparação entre os dados do Total de Proposições e as Proposições Válidas.

Tabela 4.13: *Relação entre as Proposições Válidas e o Total de Proposições*

Mapa	Turma Experimental	Turma Controle
	PV/TP (%)	PV/TP (%)
Inicial	57,1	59,5
Final	89,5	69,5
Diferença	32,4	10,0

Legenda: PV/TP = Razão entre o número de Proposições Válidas e o número de Total de Proposições.

Através dessa tabela observamos que na turma experimental inicialmente o total de proposições válidas era somente 57,1% do total de proposições e ao final esse número aumenta para 89,5%. Já na turma controle inicialmente 59,5% das proposições eram válidas e ao final esse valor passou a ser 69,5%.

Podemos concluir que os alunos da turma Experimental apresentaram maior clareza nas ideias e conceitos que queriam expressar nos mapas conceituais. Mendonça (2012) aponta que caso não haja essa clareza a quantidade de proposições válidas e de conceitos importantes no MC será baixa.

As Qualidades dos Mapas Conceituais são mostradas na Tabela 4.14 a seguir.

Tabela 4.14: *Relação entre as Proposições Válidas e o Total de Proposições*

Qualidade dos Mapas		MB	MR	MD
Turma Experimental	Mapa Inicial	0	0	13
	Mapa Final	3	9	1
Turma Controle	Mapa Inicial	0	0	13
	Mapa Final	0	7	6

Legenda: MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular, MD Mapa Deficiente.

Através dessa tabela vemos que inicialmente todos os mapas conceituais são classificados como deficientes, pois como já mencionamos os alunos possuíam pouquíssimos conhecimentos sobre o assunto abordado.

Após o estudo do conteúdo observamos que somente 1 aluno da turma Experimental continua com seu mapa conceitual classificado como deficiente (MD) e todos os demais mapas conceituais sofrem evolução em sua qualidade. Porém este mesmo resultado não é observado na turma controle, pois 6 dos 13 mapas conceituais analisados continuam com a mesma classificação, ou seja, como mapa deficiente. Além disso, para essa turma não há mapa conceitual classificado como bom (MB). Essa diferença entre as qualidades dos mapas conceituais das turmas Experimental e Controle nos fornece indícios de que houveram diferenças no aprendizado dos conteúdos indicando que o ensino através do MI pode ter proporcionado uma melhor organização e acomodação dos conteúdos contribuindo para a ocorrência de AS.

4.3 – Anotações Pessoais

Nesta seção será feito um relato de algumas interações que ocorreram ao longo da aplicação do MI e que foram percebidas e registradas pela professora/mestranda.

Os registros das anotações pessoais proporcionaram uma análise aula a aula do trabalho de pesquisa realizado, o que resultou em várias reflexões sobre todo o processo de ensino/aprendizagem utilizando o livro didático e o MI.

Uma das propostas do MI era que alunos expusessem seus conhecimentos, e que discutissem sobre os assuntos abordados, de forma a chegarem a um consenso. Devido a isso, em praticamente todas as aulas, os alunos interagiam entre si buscando explicações aceitáveis para os fenômenos apresentados. Através dessas discussões a professora podia observar como estava ocorrendo a aprendizagem dos alunos e se os mesmos faziam associações corretas dos fenômenos estudados com situações do seu dia a dia, além disso a participação efetiva desses alunos nas aulas demonstrava que os mesmos apresentavam uma pré-disposição em aprender, fator importantíssimo para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Durante as discussões, através das falas e associações feitas pelos alunos, era possível encontrar traços da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, pois os próprios alunos buscavam outras situações como comparação para tentar entender e explicar os fenômenos discutidos, isso os levava a associar os novos conhecimentos com os demais que já haviam sido abordados. Com que o passar do tempo e o avançar das aulas essas discussões dos conteúdos foram se tornando cada vez mais produtivas, pois os alunos foram se adaptando ao método de ensino e cada vez mais faziam perguntas pertinentes ao tema.

Ao iniciar a aplicação dessa pesquisa foi apresentado, para os alunos das duas turmas, o que eram Mapas Conceituais, para que eles servissem e como deveriam ser confeccionados. Essa estratégia de ensino não foi bem recebida pelos alunos e os mesmos aparentavam não gostar do fato de ter que pensar e se concentrar para conseguir elaborar tais mapas.

Inicialmente os mapas conceituais que deveriam ser elaborados somente como “treinamento” estavam sendo entregues de qualquer maneira, mostrando falta de esforço por parte dos alunos na confecção destes. Ao perceber tal situação a professora passou a pontuar essas elaborações. A nota seria atribuída considerando a tentativa do aluno em elaborar um bom mapa conceitual. Essa estratégia melhorou a participação dos alunos, mas estes continuaram resistentes à confecção de tais mapas conceituais.

Após a confecção dos Mapas Conceituais Iniciais, que foram utilizados como dados nessa pesquisa, foi realizado o sorteio de qual seria a Experimental. Em seguida foi explicado para as turmas como os conteúdos seriam trabalhados e como estes deveriam proceder. Com isso os alunos da turma Experimental ficaram empolgados em saber que

participariam dos experimentos e logo fizeram o sorteio dos grupos da gincana. Alguns alunos das outras turmas procuraram a professora e pediram para que a gincana também fosse realizada nas turmas deles. Foi combinado que outra atividade como esta seria realizada posteriormente, porém ao término da coleta de dados para essa pesquisa a professora não permaneceu na escola, pois necessitava prosseguir com os estudos que fazem parte deste curso de mestrado.

Seguindo com as aulas percebi que a turma experimental era mais participativa, na maioria das vezes ao ler com eles o MI e as perguntas realizadas, estes já se empolgavam e discutiam tais perguntas antes de respondê-las no espaço reservado no MI. Durante todas essas discussões a professora/mestranda procurava atuar sempre como mediadora, direcionando os alunos a fazerem uma análise, do ponto de vista da física, das situações que eram comentadas e discutidas, e também fazendo indagações para que os mesmos pensassem mais a fundo nessas situações, isso otimizava o tempo e melhorava a qualidade dessas discussões contribuindo para um aprendizado de melhor qualidade, pois propiciava diferentes momentos e situações para que a professora intermediasse e os induzisse a fazer o uso da recursividade, permitindo assim a utilização dos recursos da diferenciação progressiva, reconciliação integradora e também da negociação de significados.

Cabe ressaltar que os alunos ficavam encantados ao verem suas fotos no MI e discutirem as situações que eles vivenciaram na gincana. Durante todos os momentos a participação de praticamente todos os alunos era notável e os mesmos já traziam para a sala de aula a comparação das situações estudadas com o cotidiano deles. Podemos destacar também o entusiasmo dos alunos durante as aulas que apresentavam outras experiências práticas, a participação era massiva e as discussões eram muito produtivas.

De acordo com Bzuneck (2010):

“De modo geral, todo aluno passará a ver significado e importância nas aprendizagens escolares se elas aparecerem de alguma forma relacionadas com a sua vida, seu mundo, suas preocupações e interesses pessoais.” (Bzuneck, 2010, p. 15)

Logo, as atitudes dos alunos durante as aulas nos fornecem indícios de que a forma com que o conteúdo era trabalhado os motivava e os fazia ver significado nas tarefas e atividades, acreditando que elas eram importantes e merecedoras de envolvimento.

Enquanto isso a turma controle era apática, os alunos não gostavam de utilizar o livro texto e não faziam os exercícios que inicialmente não eram pontuados, devido a isso a professora/mestranda adotou pontuação para todas as listas de exercícios e também para a participação dos alunos.

Dando continuidade às aulas, ao apresentar o conteúdo a ser ensinado, a professora/mestranda percebeu grande diferença entre as participações dos alunos da turma experimental e da turma controle. A experimental apresentava entusiasmo e participavam das discussões propostas, já a turma controle continuava apática e haviam somente quatro alunos que participavam efetivamente das aulas, resolvendo os exercícios e respondendo as perguntas propostas no livro didático.

A participação efetiva da turma experimental pode ser explicada pelo fato do aluno ter percebido, por meio das situações-problema apresentadas, a relação dos conceitos físicos propostos com o seu cotidiano, verificando assim, a importância desse conhecimento. O MI trazia muitos questionamentos e atividades em forma de desafios, pois os conceitos não eram simplesmente falados para os alunos, eles em grupo, através de experimentos ou situações propostas, eram estimulados a pensar e a chegar a uma hipótese de explicação plausível para os fenômenos estudados, Bzuneck (2010) afirma que os desafios, quando trabalhados de forma correta, são motivadores para os alunos, além disso, esse MI faz o uso de vários tipos de “embelezamentos motivacionais” citados por este autor, a saber: a manipulação de objetos e movimento físico, conflito cognitivo, interação com os amigos no grupo, introdução de novidades e apresentação de casos ilustrativos.

Acredito que também é importante ressaltar aqui as discussões ocorridas entre os professores da escola, o que não é novidade e também não ocorre somente nessa escola, mas em todas as outras da rede estadual na qual já trabalhei. A insatisfação com a rede de ensino, o sentimento de desvalorização por parte do governo, dos alunos e das famílias causam grande desestímulo no trabalho de muitos desses professores que, infelizmente, acabam, em sua maioria, trabalhando os conteúdos de forma não adequada, já sabendo que não podem cobrar muito desses alunos. Esse desestímulo parece se alastrar e contagiar até mesmo os alunos que já vem do ensino fundamental sem prazer e sem vontade de estudar.

Contudo, do ponto de vista da professora/mestranda, a análise geral da aplicação do MI elaborado é bastante positiva, pois houve notável diferença entre as turmas controle e experimental. Devido à apresentação do conteúdo através do MI apresentar características motivacionais e a levar em consideração aquilo que o aluno já sabe e as situações cotidianas vivenciadas por eles a turma experimental participava mais efetivamente das aulas, os alunos discutiam tais situações e resolviam os problemas propostos. Devido a isso eles não ficavam dispersos o que minimizava a ocorrência problemas comportamentais por parte dos alunos dessa turma. Ocorreu também que ao fim de muitas aulas os alunos dessa turma não queriam trocar de sala, e isso demonstrava que esses sentiam-se bem no ambiente em que estavam.

Em relação à turma controle os alunos não demonstravam interesse pelas aulas, mesmo com a professora tentando os estimular a participar das atividades, em sua maioria eles não tentavam resolver os problemas propostos. Como essas atividades eram pontuadas, estes copiavam as respostas dos poucos alunos que resolviam tais problemas. Esses alunos esses alunos demonstravam-se apáticos, conversavam sobre outros assuntos e atrapalhavam a explicação dos conteúdos e resoluções dos exercícios. Devido a essas situações sempre haviam registros de ocorrências por mal comportamento dos alunos, que pareciam não se importar com isso. Mesmo com a professora conversando com a turma e buscando auxílio da coordenação pedagógica tais comportamentos não mudaram ao longo das aulas.

A resolução do pós-teste depende de alguns quesitos, como a interpretação de texto e a aplicação de equações matemáticas. Como observado na seção 4.1, através dos dados fornecidos pelo PAEBES, a maioria dos alunos iniciam o Ensino Médio com deficiência no aprendizado e terminam essa etapa apresentando praticamente o mesmo nível de aprendizado anterior. Mesmo que a turma Experimental não tenha alcançado uma média satisfatória nesse pós-teste creio que o estudo desses conteúdos através do MI foi de grande sucesso para demonstrar que há sim um interesse, por parte da maioria dos alunos, em aprender os conteúdos a eles ensinados e que essa situação de desestímulo pode ser superada.

A utilização do MI e a realização da gincana possibilitaram não somente uma diferença no aprendizado das turmas, mas também uma perceptível diferença entre o comportamento dos alunos dessas turmas. E isso influencia o trabalho do professor que

sente-se estimulado em lecionar para uma turma que é participativa, que valoriza e reconhece seu trabalho. Dessa forma, enquanto professora, vejo quão importante é a utilização de métodos e materiais que podem estimular o aprendizado do aluno. A impressão que fica é que a mudança de postura enquanto professora que passou a levar em consideração os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e a adoção dos aspectos sequenciais da UEPS, trabalhando também a motivação do aluno, possibilitou que esses percebessem a utilidade do conteúdo proposto para as atividades realizadas em seu dia a dia e passassem a se interessar pelas aulas.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo elaborar um Material Instrucional para o estudo de tópicos da Cinemática e das Leis de Newton para os movimentos dos corpos baseado nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) propostos por Moreira e nas Sugestões práticas propostas por Bzuneck (2010) para a promoção da Motivação do aluno. Também foram seguidos alguns passos para a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011d).

Neste capítulo apresentaremos as considerações sobre este trabalho que foram observadas durante a aplicação e análise do MI. Também serão apresentadas sugestões de modificações para orientar futuras aplicações do mesmo e também futuros trabalhos que venham a ser produzidos utilizando propostas similares a este.

Os objetivos específicos descritos na seção 3.2 deste trabalho eram:

1. Comparar o rendimento dos alunos no pré e no pós-teste entre os grupos controle e experimental.
2. Analisar qualitativamente como as perguntas são apresentadas nos pré e pós-teste relacionado-as com as respostas dadas pelos alunos.
3. Analisar os MC's buscando diferenças que possam ter ocorrido entre as turmas Controle e Experimental em relação à aprendizagem dos conceitos.
4. Avaliar o processo de utilização do MI elaborado por meio das anotações pessoais

da professora/mestranda.

A análise do pré-teste indicou que as turmas experimental e controle apresentaram resultados semelhantes que apontavam que os alunos dessas turmas possuíam pouquíssimos conhecimentos sobre os conteúdos que seriam trabalhados. Já a análise do pós-teste comprovou uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dessas turmas mostrando que a turma experimental apresentou melhor rendimento em relação à turma controle.

Portanto temos um indício de que intervenção (aplicação do Material Instrucional) realizada na turma experimental contribuiu para a aprendizagem dos alunos.

Dessa forma podemos inferir que os princípios das TAS, as sugestões práticas de Bzuneck (2010) e as orientações para a elaboração de uma UEPS utilizadas no desenvolvimento do MI contribuem para facilitar a assimilação dos conceitos e também motivar a participação dos alunos.

A análise qualitativa das questões propostas nos pré e pós-teste nos mostra que é necessário repensar o processo de distribuição da pontuação trimestral, pois muitos alunos deixaram questões sem respostas mesmo tendo conhecimento sobre o assunto abordado. Tal análise também nos indica a necessidade da utilização de mais de uma pergunta abordando o mesmo tema nos testes, pois os alunos podem não interpretar corretamente o que é pedido no enunciado dessas questões.

A análise dos Mapas Conceituais (MC) Iniciais corroboram com os resultados do pré-teste mostrando que os alunos tanto da turma experimental quanto da turma controle possuíam pouquíssimos conhecimentos sobre os assuntos que seriam estudados.

Já a análise dos MC's Finais apontam que a utilização do MI favorece a apropriação e organização dos conceitos estudados, pois os alunos da turma experimental apresentaram melhores pontuações em todos os critérios de avaliação dos MC's, além de apresentarem também melhor qualidade nesses MC's.

A análise das anotações pessoais da professora/mestranda mostraram que a utilização do MI favoreceu as discussões dos conteúdos e parece ter motivado os alunos da turma experimental, pois estes eram participativos e questionadores já os alunos da turma controle mostravam-se apáticos.

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:

- ✓ Instruir de forma diferente a elaboração dos MC's para que o aluno compreenda de maneira clara a abordagem que deve fazer sobre o conceito de Movimento;
- ✓ Trabalhar o Mapeamento Conceitual ao fim de cada seção de forma que os alunos estejam sempre em contato com essa estratégia propiciando também a retomada dos conceitos de forma os alunos façam uso das estratégias da diferenciação progressiva e reconciliação integradora.
- ✓ 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.
- ✓ Substituir algumas questões ao longo do MI por perguntas realizadas com base no método *peer instruction*, ARAUJO e MAZUR (2013).

Experiência Pessoal

Ao longo do curso pude participar muitas reflexões sobre o Ensino de Física com vários professores envolvidos com o mesmo objetivo. Essas reflexões me fizeram pensar muito sobre o meu papel enquanto professora. Isso me fez incorporar várias práticas propostas por diversos autores que pesquisam o processo de ensino-aprendizagem.

A convivência com outros professores me proporcionou o conhecimento de vários recursos que já eram utilizados por meus colegas de classe e que passaram a ser adotados e pesquisados por mim.

As leituras e reflexões sobre teorias de ensino-aprendizagem realizadas durante o curso e também durante a elaboração e aplicação do MI me trouxeram inúmeras contribuições para minha vida profissional. Hoje sempre elaboro minhas aulas pensando no conhecimento que o aluno já possui sobre o assunto e em como tornar o conteúdo atrativo para os alunos instigando a participação deles nas aulas. Além disso, posso dizer que incorporei em minha prática profissional a utilização dos pressupostos das TAS e das práticas motivacionais de Bzuneck (2010).

Sempre procuro estimular que o aluno expresse seus pensamentos sobre o assunto estudado em sala e também faço a utilização de recursos diferenciados para a promoção da aprendizagem.

Com todo esse processo percebi que o professor não pode se acomodar, que deve sempre pesquisar novos métodos de ensino-aprendizagem. Além disso, hoje reconheço a importância da pesquisa em ensino e da formação profissional dos professores.

CAPÍTULO 6

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, abr. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/26150>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Barcelona. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

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.

ESPÍRITO SANTO. **PAEBES Programa de Avaliação Básica do Espírito Santo**. (2013). Disponível em: <<http://www.paebes.caedufjf.net/wp-content/uploads/2014/07/PAEBES-RS-RE-WEB.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

ESPÍRITO SANTO. **PAEBES Programa de Avaliação Básica do Espírito Santo.** (2014). Disponível em: < http://www.paebes.caeduff.net/wp-content/uploads/2015/04/ES-PAEBES-2014-RG-RE_WEB.pdf >. Acesso em: 20 ago. 2015.

FERRACIOLI, Laércio. **Mapas conceituais como instrumento de eliciação do conhecimento.** Revista Didática Sistêmica. Rio Grande/RS, V. 5. trimestral, jan/jun. de 2007, p. 65-77, ISSN: 1809-3108.

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. **Linguagem e aprendizagem significativa.** Porto Alegre: 2003. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf> >. Acesso em: 29 ago. 2015.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos.** 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2015.

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. **Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente.** Porto Alegre: 2011c. Disponível em: < [http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe Goulart/Material de Apoio/Referencial%20Teorico %20-%20Artigos/Aprendizagem%20Significativa.pdf](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe%20Goulart/Material%20de%20Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Aprendizagem%20Significativa.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2014.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2011d. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2014.

MOREIRA, M. A. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Porto Alegre: 2012a. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf> >. Acesso em: 12 ago. 2015.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: 2012b. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

NOVAK, J. D., & GOWIN, D. B. (1999). **Aprender a aprender**. 2. ed., C. Valadares, Trad. Lisboa: Plátamo Editora. (Obra original publicada em 1984).

SILVA, Rogério Oliveira. **A utilização de um Material Instrucional Baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa para Aprendizes-Marinheiros: Uma Introdução ao Estudo dos Movimentos dos Corpos**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis) da UFES, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015. Disponível em: < http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_8921 DISSERTA%C7%C3O%20COMPLETA_ROG%C9RIO%20LIVEIRA%20SILVA%20%281%2920150624-140304.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2015.

STENSMANN, Berenice Helena Wiener. **A utilização de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação como Instrumento Potencializador visando proporcionar uma Aprendizagem mais Significativa em Física de Fluidos** Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto AlegreVitória, 2005. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php> >. Acesso em: 01 ago. 2015.

APÊNDICES

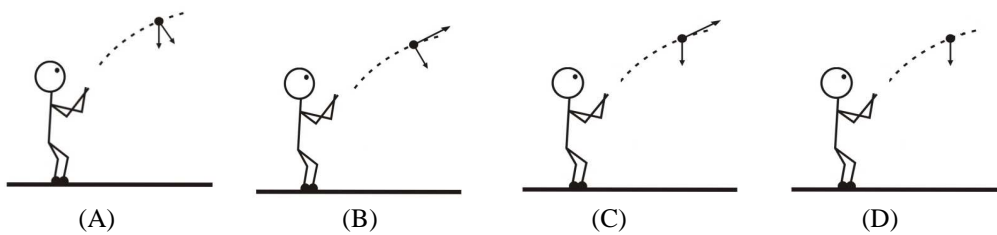
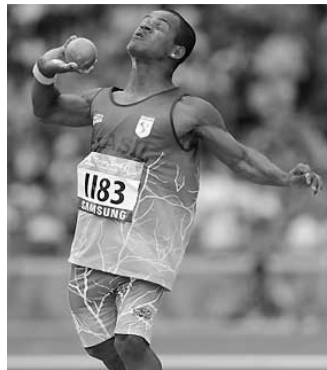
APÊNDICE A – PRÉ-TESTE

TESTE DE FÍSICA

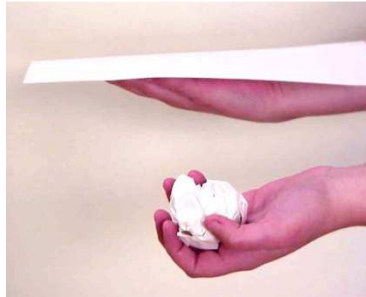
1. Explique, sem usar equações matemáticas, qual a diferença entre o conceito de velocidade e o de aceleração.

2. Observe a figura ao lado.

A imagem abaixo 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.

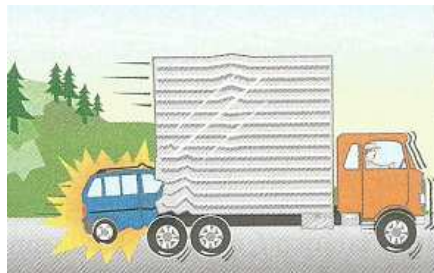


3. Uma pessoa fez a seguinte experiência: Ela pegou duas folhas iguais de papel, sendo uma delas aberta e a outra amassada na forma de uma bola e as deixou cair da mesma altura. A folha de papel amassada chegou primeiro ao chão, por que:



- a) O peso da folha aberta é menor que o da folha amassada.
- b) A massa da folha fechada é maior que a massa da folha aberta.
- c) O ar atua mais intensamente na folha aberta que na folha amassada.
- d) A folha aberta tem massa maior que a folha amassada.
- e) A folha amassada tem um peso menor que a folha aberta.

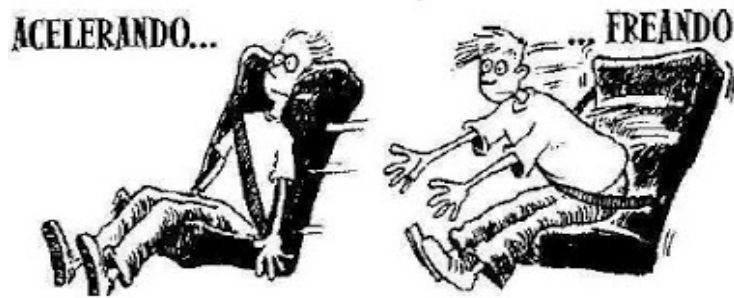
4. Um carro pequeno colide com um grande caminhão carregado.



a) Nessa interação, a força que o carro exerce no caminhão é maior, menor do que a força que o caminhão exerce no carro ou igual a essa força?

b) Por que o carro, normalmente, sofre mais danos que o caminhão?

5. Observe a Figura abaixo.



Quando estamos em um ônibus ou em outro veículo qualquer, e o motorista acelera rapidamente, sentimos como se fôssemos “lançados” para trás, e quando ele freia bruscamente, sentimos como se fôssemos “lançados” para frente. Explique por que isso acontece.

6. Os membros de um laboratório se dedicam a desenvolver experiências de Física, utilizando matéria-prima de baixo custo. Uma das experiências ali realizadas consistia em prender a um carrinho de brinquedo, um balão de borracha cheio de ar. A saída do ar do balão promove a movimentação do carrinho, pois as paredes do balão exercem uma força sobre o ar, empurrando-o para fora e o ar exerce, sobre as paredes do balão, uma força de _____ que faz com que o carrinho se mova _____ do jato de ar.

As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por:

- a) mesmo módulo e direção; em sentido oposto ao.
- b) mesmo módulo e sentido; em direção oposta ao.
- c) mesma direção e sentido; perpendicularmente ao sentido.
- d) mesmo módulo e direção; perpendicularmente ao sentido.
- e) maior módulo e mesma direção; em sentido oposto ao

7 Se você empurrar um objeto sobre um plano horizontal tão polido que não ofereça nenhuma oposição ao movimento, você faz com que ele se movimente com uma certa velocidade. O que acontece com o objeto caso em determinado momento você deixe de aplicar a força que o empurra?

- a) ele para imediatamente.
- b) diminui a sua velocidade até parar.
- c) continua se movimentando, mantendo constante a sua velocidade.
- d) para após uma repentina diminuição de sua velocidade.

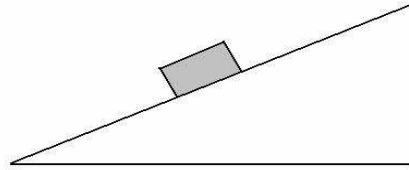
8. Na tirinha a seguir, Garfield é confrontado por seu dono, e logo arranja uma solução para seu problema. Esta solução está correta? Justifique.



9. O tempo médio de um atleta olímpico para percorrer 100 m rasos é de 10 segundos. Calcule o valor da velocidade desse atleta, em m/s e em Km/h.

10. O anúncio de certo tipo de automóvel menciona que o veículo, partindo do repouso, atinge a velocidade de 108 km/h em 5 segundos. Qual é o valor da aceleração média desse automóvel?

11. Suponha que você coloque um objeto sobre uma superfície inclinada como mostra a Figura abaixo.



Abandonando este objeto, ou seja, deixando de segurá-lo ele pode permanecer em repouso ou se movimentar indo em direção ao solo. Analisando a situação em que ele permanece em repouso explique por que isso acontece, ou seja, explique o que o faz ficar em repouso.

12. Sobre um bloco de massa $m = 2 \text{ kg}$ agem quatro forças como indica as figuras abaixo. Calcule o somatório de forças que agem sobre o bloco e a aceleração adquirida em cada uma das figuras:

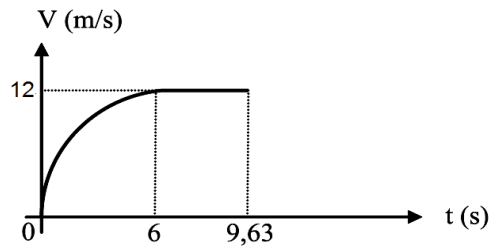
a)



b)



13. O jamaicano Usain Bolt, durante as Olimpíadas de 2012 em Londres, bateu o recorde olímpico da prova dos 100 metros rasos atingindo a marca dos 9,63 segundos. Durante a fase de aceleração, ele conseguiu atingir, aproximadamente, a máxima velocidade de 44,28 km/h (12 m/s) durante os 6 primeiros segundos.



O Gráfico acima representa a velocidade em função do tempo registrada pelo atleta durante esse feito.

De acordo com esse gráfico, qual o valor da aceleração de Usain Bolt, durante os primeiros 6 segundos, em m/s^2 ?

Mostre seus cálculos para encontrar a resposta correta.

- a) 2,0.
- b) 2,5.
- c) 3,0.
- d) 4,5.
- e) 5,1.

14. Observe a tirinha a seguir:



Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

5206

Analisando a tirinha acima vemos que o Sansão (coelhinho da Mônica) também se machuca após ela bater com ele no Cebolinha. Explique porque isso acontece.

APÊNDICE B – PÓS-TESTE

TESTE DE FÍSICA

1. Explique, sem usar equações matemáticas, qual a diferença entre o conceito de velocidade e o de aceleração.

2. A tabela abaixo registra os valores das posições (s) em função do tempo (t), referente ao movimento de um garoto em uma trajetória retilínea.

t (s)	S (m)
0	10
2	20
5	35
8	50

a) De acordo com essa tabela calcule a velocidade desenvolvida por ele entre os instantes 0 e 8 s.

b) Esse movimento é acelerado? Justifique.

3. Um bloco de massa 4 kg está inicialmente em repouso sobre uma mesa perfeitamente lisa. Aplicamos a ele duas forças horizontais, F_1 e F_2 de intensidades $F_1 = 12$ N e $F_2 = 16$ N. Determine o valor do somatório de forças e indique sua direção e sentido e calcule o valor da aceleração adquirida pelos blocos nos casos a seguir:

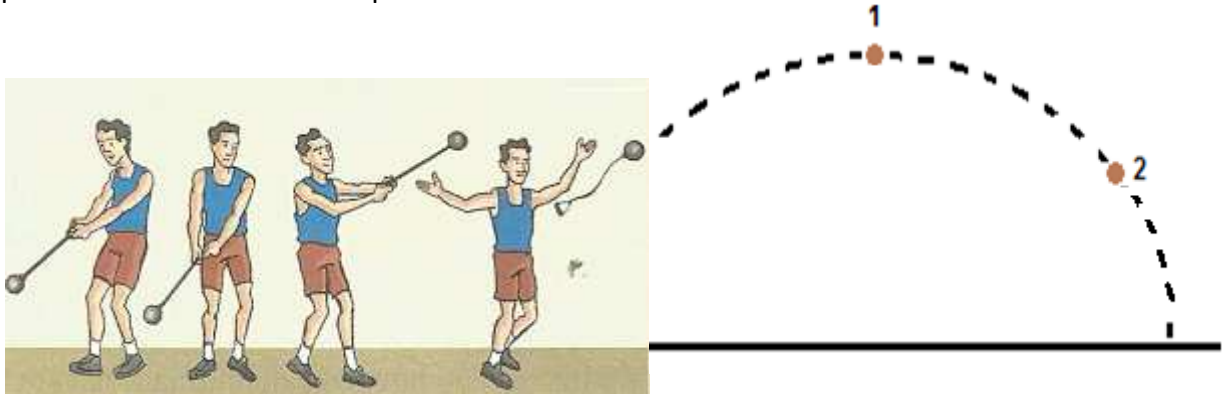
a)



b)



4. O arremesso de martelo é uma das provas do atletismo. O que se chama “martelo” nessa prova é uma esfera de ferro presa a uma cabo como ilustra a figura a seguir.



Desconsiderando a força de resistência do ar, temos uma representação da trajetória desse martelo desde que é abandonado pelo atleta até chegar ao solo. Represente neste desenho a (as) força (as) que age (m) sobre o martelo enquanto se movimenta no ar, respectivamente, nas posições 1 e 2.

5. Explique a primeira lei de Newton, chamada de Princípio da Inércia, em seguida, utilize esse conceito para explicar a situação descrita na tirinha a seguir.



6. Um carrinho está sob a ação e um somatório de forças cuja resultante é F como mostra a figura a seguir.



A partir de dado instante e durante certo intervalo de tempo, começa a chover verticalmente sobre o carrinho. Descreva a aceleração e a velocidade do carrinho antes e depois da chuva. Justifique sua resposta.

7. Utilizando o princípio da ação e reação explique os seguintes movimentos:

a)



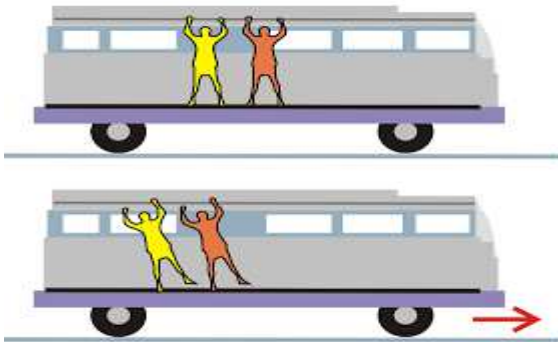
b)



8. Ao receber uma bolada, tanto a bola quanto o rosto do jogador se deformam. Explique porque isso acontece.



9. Quanto estamos parados em um ônibus e o motorista arranca rapidamente sentimos como se fôssemos “lançados” para trás. Explique fisicamente porque isso ocorre.

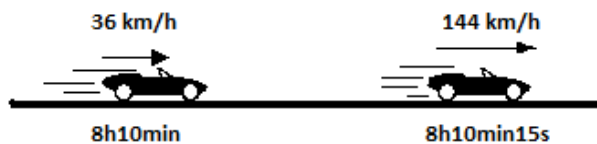


10. Um carro de corrida é acelerado de forma que sua velocidade em função do tempo é dada conforme a tabela abaixo.

t(s)	0	3	6
V(m/s)	10	25	40

Determine o valor da aceleração desse carro.

11. A figura abaixo representa um automóvel em uma trajetória retilínea. Nela, são registrados os instantes nos quais o velocímetro foi consultado, bem como as velocidades nesses instantes. Calcule a aceleração, em m/s^2 , desenvolvida por ele entre esses instantes.



12. Desligando o motor de um automóvel que se move numa estrada plana e horizontal, este para após decorrer um certo intervalo de tempo. Explique o que faz esse carro parar.

13. Um astronauta com o traje completo tem uma massa de 120 kg. Ao ser levado para a Lua, onde a aceleração da gravidade é igual a $1,6 \text{ m/s}^2$. Qual o valor da sua massa e de seu peso? Justifique sua resposta.

- a) 75kg e 120
- b) 120kg e 192N
- c) 192kg e 192N
- d) 120kg e 120N
- e) 75kg e 192N

14. Em uma recente partida de futebol entre Brasil e Argentina, um jogador brasileiro marcou o terceiro gol ao final de uma arrancada de 60 metros. Supondo que ele tenha gastado 8,0 segundos para percorrer essa distância, determine o valor da velocidade desenvolvida pelo jogador nessa arrancada.

APÊNDICE C – MATERIAL INSTRUCIONAL

Universidade Federal do Espírito Santo

2016

Introdução ao Estudo do Movimento



Vanessa de Oliveira Pereira
Giuseppi Gava Camiletti

Apresentação

Prezado Aluno

É com grande satisfação que aqui faço esta apresentação como o início de uma importante etapa do curso em que faço parte. Este curso é o Mestrado Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física – Polo 12 - UFES.

Este material foi elaborado com base nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), proposta pelo Prof. Moreira, da UFRGS, cujo objetivo principal é orientar o desenvolvimento de unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa, de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.

Uma premissa na elaboração de uma UEPS é a utilização de situações problemas do cotidiano dos alunos e é devido a isso que começamos nossos estudos com a realização de uma gincana. Ao longo de todo o material fazemos a discussão dos conteúdos com base na vivência do cotidiano dos alunos e principalmente com base na vivência de cada competição realizada durante a gincana.

Contudo este material tem intuito de auxiliá-lo no estudo de alguns conteúdos da Mecânica (parte da física que estuda os movimentos). Ele é estruturado em tópicos e interage com o aluno através de várias perguntas que são feitas ao longo de todo o material. Como todo o texto dialoga com o aprendiz, ele 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. Por isso é de grande importância que o aluno responda por escrito a cada questão e a sua participação em cada uma das aulas.

Conto com a colaboração de todos!

Se você parar de aprender, logo esquecerá o que sabe.

Pv. 19:27 (NTLH)

O seu passado pode ter muitas falhas, mas seu futuro está intacto! Hoje você tem uma nova oportunidade de escrever sua história. Você pode decidir por sucesso ou por fracasso, só depende de você. Suas atitudes hoje refletirão em sua vida amanhã... pense nisso!

Própria autora

Vanessa de Oliveira Pereira

Março de 2015

Sumário

Apresentação	1
Sumário	2
1- Introdução	3
2- Gincana	4
3- Introdução ao Estudo do Movimento	12
3.1 – Objetivos desta Seção	12
3.2 – Ponto material e Corpo Extenso.....	12
3.3 – O Movimento é Relativo.....	13
3.4 – Trajetória	14
3.5 – Conceito de Posição	16
3.6 – Velocidade Média e Velocidade Escalar Média.....	20
3.7 – Conceito de Aceleração	26
4- Introdução ao Conceito de Força	29
4.1 – Objetivos desta Seção	29
4.2 – Conceito de Força.....	30
4.3 – Tipos de Força.....	31
4.4 – Unidades de Força	33
4.5 – Caráter Vetorial da Força.....	34
4.6 – Somatório de Forças.....	37
5- Segunda Lei de Newton.....	40
5.1 – Objetivos desta Seção	40
5.2 – Estudo da 2ª lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica.....	40
6- Atrito e Primeira Lei de Newton.....	47
6.1 – Objetivos desta Seção	47
6.2 – Estudos da força de atrito, inércia e 1ª lei de Newton.....	47
7- Terceira Lei de Newton	54
7.1 – Objetivos desta Seção	54
7.2 – Estudo da 3ª lei de Newton – Lei da Ação e Reação	54
8- Forças Peso, Tração e Normal	58
8.1 – Objetivos desta Seção	58
8.2 – Atividade Revisional	58
8.3 – Força de Tração, força Peso e força Normal	59
9- Revisão	62
9.1 – Objetivos desta Seção	62

2- Gincana

Gincana “Dia de Newton”

A gincana proposta é constituída de atividades (competições) que nos fornecerão de base para a discussão de vários conceitos relacionados à Mecânica. Ao longo de todo trimestre utilizaremos um material que discutirá os conceitos físicos envolvidos em cada uma dessas atividades. Além de ser uma oportunidade de estudo diferenciada em que os alunos irão participar de brincadeiras e competições, sendo um momento de interagirmos fora do ambiente da sala de aula, esta gincana será a base de nossos estudos, pois, nossas discussões baseadas nas respostas dadas às perguntas que são feitas em cada atividade, por isso é necessária a participação de todos os alunos nesta gincana!

Os **objetivos** da gincana são:

- ✓ Incentivar a prática de atividades em grupo e de atividades realizadas fora do espaço formal da sala de aula.
- ✓ Instigar os alunos a pensarem sobre os conceitos relacionados à posição, referencial, partícula, ponto material, repouso, movimento, velocidade, aceleração, força, massa, força de atrito e leis de Newton.
- ✓ Utilizar a vivência de cada competição como exemplos em aulas posteriores para discussões e debates dos conceitos físicos envolvidos nas mesmas;
- ✓ Auxiliar na captação e no registro dos conhecimentos prévios dos alunos;

Para a realização da mesma, a turma deverá ser dividida em quatro grupos. Cada grupo receberá um questionário que será respondido ao longo da realização da gincana. Antes de cada atividade ser realizada, o professor deverá explicar aos grupos os procedimentos que serão realizados e estes irão responder no questionário às perguntas prévias desta atividade. Após a realização da mesma, os alunos irão novamente responder às perguntas (quando houver) no questionário.

Cada competição receberá as pontuações seguintes:

1. 10 pontos para o grupo que obtiver melhor desempenho na prova Física. As notas dos demais grupos serão calculadas através de proporção.
2. Os questionários serão avaliados recebendo uma das especificações seguintes: ótimo (10 pontos), bom (8 pontos), regular (6 pontos), insatisfatório (2 pontos).

Após o término de cada atividade os grupos terão 5 minutos para responder as perguntas. Após esse tempo deverão entregar à professora a(as) folha(s), referentes a competição, já respondidas. Não será dado tempo extra para responder as perguntas.

Ao final da gincana será contabilizada a pontuação dos grupos e o vencedor receberá um prêmio a ser definido pela escola.

Competição 1 – “Empurrão Diferente”

Deitado sobre um skate, próximo a uma parede, um aluno de cada grupo deverá empurrar esta parede com os pés de forma a tentar se distanciar dela. Essas distâncias entre o aluno e a parede deverão ser anotadas abaixo. A mesma atividade deverá ser realizada no pátio. O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre os conceitos de velocidade, aceleração, massa e atrito, e a vivenciarem situações referentes à 1ª e 3ª lei de Newton.

Distância na quadra: _____

Distância no pátio: _____

O vencedor será o grupo que alcançar a maior soma das distâncias anotadas acima.

1.1. Mesmo sendo o aluno quem empurra a parede, esta permanece estática (parada) e é o aluno quem se movimenta. Como você explica esse fato?

Devido a ação e reação a mesma força que este aluno aplica na parede a parede aplica sobre ele, porém a força de reação é aplicada em sentido contrário, ou seja, ele empurra a parede para a frente e esta o “empurra” para trás com uma força de mesma intensidade. Como a parede é fixa e rígida é necessária a aplicação de uma grande força para poder movê-la, já o aluno consegue se mover com esta força que é aplicada sobre ele.

1.2. Mesmo após não ter contato com a parede, o aluno continua se movimentando por algum tempo. Explique por que isso acontece?

Todo corpo que está em movimento tem a tendência de permanecer em movimento. Em nosso dia a dia os corpos param devido às forças de atrito que agem sobre eles.

1.3. O que faz o conjunto aluno-skate diminuir sua velocidade até parar?

As forças de atrito que agem sobre ele.

Competição 2 – “Puxando a Toalha”

Será colocada uma toalha de seda sobre uma mesa e em cima da toalha será colocada uma taça de plástico com água. O aluno deverá tirar a toalha debaixo da taça sem que a água seja derramada e sem tocar na taça. Inicialmente será colocada uma taça com 100 ml de água, após o aluno puxar esta toalha será anotada a quantidade de água que restou na taça, posteriormente serão adicionadas mais taças até que se complete o total de quatro taças, elevando assim o nível de dificuldade da competição. O grupo vencedor desta atividade será aquele que obtiver a maior quantidade de água somando-se todas as

etapas. O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre relações entre força, massa, atrito e velocidade e sobre a 1ª Lei de Newton.

Quantidade de taças sem derrubar: _____

2.1. Explique como e por que é possível tirar a toalha da mesa sem tocar na taça e sem derramar a água que está dentro dela?

De acordo com a 1ª lei de Newton, temos que “Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas a ele”.

Os objetos que estavam sobre a mesa, estavam em repouso, ou seja, estavam parados, assim como a toalha. Porém quando você puxa a toalha com uma força maior do que a força de atrito estático dos objetos (a força necessária para que os objetos comecem a se mover) - não esquecendo que você tem que puxar a toalha muito rápido - você conseguirá puxar somente a toalha sem fazer com que os objetos que estão sobre ela caiam.

Competição 3 – “Corrida Puxada”

Nesta atividade, cada grupo deve disputar uma corrida do início ao centro da quadra de três maneiras diferentes, que será explicada abaixo. O grupo vencedor será aquele que obtiver menor soma dos tempos. O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre os conceitos de força, massa, aceleração e atrito.

1ª. Para cada grupo haverá um caixote com uma corda presa a este. Um aluno do grupo deverá ficar dentro do caixote e outro aluno deverá puxar este caixote através da corda. Marque o tempo para chegar ao centro da quadra e assinale o nível de dificuldade que você encontrou ao realizar essa tarefa.

Tempo: _____ Fácil Médio Difícil

2ª. Repetir a atividade anterior só que agora com dois alunos dentro do caixote. Marque o tempo para chegar ao centro da quadra e assinale o nível de dificuldade encontrada pelos alunos.

Tempo: _____ Fácil Médio Difícil

3ª. Repetir a atividade anterior só que agora um aluno dentro do caixote e dois alunos puxando-o. Marque o tempo para chegar ao centro da quadra e assinale o nível de dificuldade encontrada pelos alunos.

Tempo: _____ Fácil Médio Difícil

3.1. Por que é mais difícil puxar o caixote quando há dois alunos dentro deste?

Por que a massa total puxada pelo aluno aumenta, ou seja, somam-se as massas dos alunos com a massa do caixote.

3.2. Por que fica mais fácil puxar o caixote quando dois alunos o puxam juntos?

Por que as forças aplicadas por esses alunos se somam, aumentando assim a força resultante que age sobre o caixote.

Competição 4 – “Lançamento de Foguetes”

Para cada grupo serão disponibilizadas garrafas plásticas de formas e tamanhos variados, cartolina, cola e outros materiais. Cada grupo irá elaborar um “foguetes” que deverá ter como frente o fundo da garrafa. Deverá ser feito um furo na tampa da garrafa. Dentro da garrafa será colocada uma medida (tampa) de álcool e esta deverá ser chacoalhada para que todo o álcool dentro dela vaporize. Com a garrafa presa ao fio, deverá ser aproximado do furo na tampa um palito de fósforo em chamas. Nesta atividade teremos dois grupos vencedores: o que o foguete for mais longe e o que produzir um foguete esteticamente mais bonito (para este quesito serão utilizadas as especificações ótimo - 10 pontos, bom - 8 pontos, regular - 6 pontos, insatisfatório - 2 pontos). O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre o conceito de ação e reação e sobre a influência do atrito.

Faremos também o experimento do foguete com uma bexiga cheia de ar. Nela será acoplado um canudo, e este será transpassado por um barbante. Quando soltarmos a bexiga esta irá se descolar para frente. Vencerá o grupo em que a bexiga percorrer maior distância.

Distância foguete a álcool: _____

Distância foguete com bexiga: _____

4.1. O que faz o foguete ir para frente?

Quando ocorre a combustão do gás que está dentro da garrafa, este se expande e tende a sair pelo furo que há na tampa, como este furo é pequeno a pressão dentro da garrafa é grande, logo a força que com que este gás é expelido para fora da garrafa também é grande. Usando o princípio da ação e reação vemos que a garrafa “empurra” o gás, que está dentro dela, para trás e esse gás “empurra” a garrafa para frente.

4.2. O que faz a bexiga ir para frente?

Quando a bexiga é solta ela se contrai empurrando o ar que está dentro dela para fora (trás), pelo princípio da ação e reação com a mesma força que ela “empurra” o ar para trás este ar a empurra para frente e é devido a isso que ela se desloca.

4.3. O que poderíamos fazer para os foguetes irem mais longe?

Uma forma de tentar fazer o foguete a álcool ir mais longe, utilizando a mesma quantidade de álcool, é reduzir os atritos existentes, melhorando sua aerodinâmica e também passando algum lubrificante entre o fio e o canudo. Podemos também tentar aumentar a quantidade de álcool que é colocada na garrafa, mas isso deve ser feito com muito cuidado, pois esta pode pegar fogo.

Para a bexiga ir mais longe podemos tentar diminuir os atritos existentes, melhorando sua aerodinâmica e também passando algum lubrificante entre o fio e o canudo.

Competição 5 – “Dança Escorregadia”

Será colocada uma lona no chão e sobre uma ela uma mistura de água e sabão. Um integrante de cada grupo deverá tentar dançar sobre a lona. O grupo vencedor será o que o aluno(a) dançar sem cair (critério 1) ou o que dançar melhor (critério 2). O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre os conceitos de somatório de forças e sobre atrito.

Resultado da dança	Nº de quedas / atribuição: ótimo - 10 pontos, bom - 8 pontos, regular - 6 pontos, insatisfatório - 2 pontos
Grupo 1	
Grupo 2	
Grupo 3	
Grupo 4	

5.1. Por que é difícil dançar sobre uma superfície escorregadia, como é no caso desta competição?

A diminuição de atrito é o que nos faz sentir esta dificuldade. Quando há atrito nós empurramos o chão para trás e este nos “empurra” para frente (ação e reação), por exemplo, mas quando não há atrito suficiente para que isto ocorra, nós não conseguimos nos movimentar sobre uma superfície.

Competição 6 – “Cabo de Guerra”

Primeira etapa da atividade: quatro alunos de cada grupo irão disputar o “Cabo de Guerra” no chão do pátio. As pontuações desta atividade serão contabilizadas como: 10 pontos para o primeiro lugar, 8 pontos para o segundo lugar, 6 pontos para o terceiro lugar e 4 pontos para o quarto lugar. O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre os conceitos de ação e reação.

Resultado do cabo de guerra:		Classificação:
Rodada 1	grupo 1 x grupo 2 - Vencedor:	1º Lugar (vencedor rodada 3) – Grupo:
Rodada 2	Grupo 3 x grupo 4 - Vencedor:	2º Lugar (2º lugar rodada 3) – Grupo:
Rodada 3	Grupo x grupo (vencedores rodadas 1 e 2)	3º Lugar (vencedor rodada 4) – Grupo:
Rodada 4	Grupo x grupo (2º lugar rodadas 1 e 2)	4º Lugar (2º lugar rodada 4) – Grupo:

6.1. Provavelmente foi difícil um grupo vencer o outro. Se esses alunos aplicam tanta força, por que é tão difícil puxar o outro grupo de alunos?

Tendo quatro alunos puxando para o mesmo lado corda essas forças se somam, porém como temos quatro alunos puxando esta corda para um lado e quatro alunos puxando esta corda para o outro lado essas forças resultantes de cada lado se subtraem, ou seja, a força que é aplicada por um grupo é “anulada (diminuída)” pela força aplicada pelo outro grupo.

Agora a disputa será realizada com dois alunos de um grupo e somente um aluno de outro grupo (dois contra um. Esta disputa será somente demonstrativa – não valerá pontos na gincana)

6.2. Por que é mais fácil dois alunos vencerem apenas um outro?

Quando dois alunos puxam a corda para o mesmo lado essas forças se somam, como há somente um aluno do outro lado este terá uma força menor que a soma das forças dos outros dois alunos.

Segunda etapa da atividade: será realizado novamente o “Cabo de Guerra”. Agora serão meninos contra meninas, mas desta vez os meninos ficarão na lona com sabão e as meninas no chão do pátio. (Esta disputa será somente demonstrativa – não valerá pontos na gincana)

6.3. Nesta situação, explique, com base nos conceitos de Física, porque o grupo das meninas é favorecido em relação ao dos meninos?

Quando os meninos estiverem sobre a lona estes sofrerão a diminuição do atrito. Para que eles consigam puxar a corda é necessário que eles empurrem o chão para frente (ação) e com a reação este chão os “empurra” para trás. Fazendo isso eles conseguem se impulsionar e puxar as meninas. Mas com a diminuição do atrito isto não é possível.

Competição 7 – “Quem vai mais Longe?”

Primeira etapa da atividade: Dois alunos sentados, um em cada skate (com os pés em cima do skate, não deverão ficar em contato com o chão), devem ficar um de frente para o outro. Uma linha deve ser desenhada no chão, de forma a marcar a posição central entre estes skates. Um aluno de cada vez deverá empurrar o skate do outro aluno, de forma a tentar afastá-lo de si. Anote abaixo a distância em que cada aluno para da marca central feita entre estes skates. O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre os conceitos de ação e reação, força, massa e atrito.

	Empurrão 1	Empurrão 2
Distância aluno 1		
Distância aluno 2		

Segunda etapa da atividade: A atividade deverá ser repetida, só que agora um aluno sentado em um skate deverá empurrar o outro skate com dois alunos sentados em cima deste (os dois grupos devem realizar a atividade). Anote novamente a distância entre os alunos e marca central.

	Empurrão 1	Empurrão 2
Distância grupo 1 ou 3		
Distância grupo 2 ou 4		

O vencedor será o grupo que alcançar a maior soma das distâncias alcançadas pelo seu “empurrão”, neste caso, as distâncias do empurrão 1 (grupo 1 ou 3) ou empurrão 2 (grupo 2 ou 4).

7.1. Porque os dois skates com alunos se movem se somente um deles que exerce força sobre o outro?

Devido a ação e reação. Quando um corpo A aplica uma força em um corpo B (ação), este (corpo A) sofre a ação da reação que é uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário, devido a isso ele se deslocou para trás.

Competição 8 – “Corrida de Velocidade”

No pátio da escola será determinado um percurso para a competição de velocidade. Um aluno de cada grupo fará o percurso o mais rápido de conseguir. No meio do percurso o aluno deverá parar, e escrever com letra legível em local determinado, uma frase que será ditada a ele neste momento. Outro aluno do grupo deverá marcar o tempo transcorrido em cada etapa desta competição. O grupo também deverá medir com uma trena a distância total percorrida. Com os dados da atividade em mãos este grupo deverá calcular corretamente o valor da velocidade média desenvolvida pelo aluno do seu grupo durante toda a prova. Os dados e os cálculos deverão estar anotados abaixo. Lembre-se de utilizar as unidades de medida. A pontuação será máxima para o grupo que fizer a melhor medida das distâncias (tolerância de 50 cm para o erro distância), para o cálculo da velocidade serão atribuídas as especificações ótimo (10 pontos), bom (8 pontos), regular (6 pontos), insatisfatório (2 pontos). O objetivo é instigar os alunos a pensarem sobre os conceitos de espaço, tempo e velocidade, posição e referencial.

A frase a ser escrita é: "**Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.**" (Isaac Newton)

	Distância	Tempo
Percurso 1		
Anotação da frase	-----	
Percurso 2		

Calcule aqui a velocidade escalar média do percurso total.

3- Introdução ao Estudo do Movimento

3.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar Ponto Material, Corpo Extenso, Referencial, Movimento, Repouso, Trajetória, Posição, Velocidade e Aceleração;
- ✓ Estabelecer corretamente as relações entre os conceitos aprendidos;
- ✓ Perceber a importância e a aplicação desses conceitos no dia a dia.

3.2 – Ponto material e Corpo Extenso.

Antes de iniciarmos nossos estudos, vamos falar um pouco sobre uma palavra que você escutará várias vezes ao longo de todo seu estudo sobre física, esta palavra é **“partícula ou ponto material”**. Muitas vezes, para simplificar nosso estudo chamaremos um corpo de partícula, quando as dimensões deste corpo forem desprezíveis (irrelevantes) em relação à situação de estudo. Veja o exemplo:

O motorista de um ônibus de 25 metros de comprimento transporta passageiros de uma cidade à outra percorrendo 420 quilômetros em 6 horas. Fazendo uma rápida conta, ele conclui que em média, percorre 70 quilômetros por hora. Será que, nesse cálculo o comprimento do ônibus foi relevante, ou seja, foi considerado?

Certamente não; esse comprimento deve nem sequer ter sido lembrado. Por isso este ônibus pode ser substituído por um ponto (partícula) que percorreu 420 quilômetros em 6 horas.

Agora suponha que o trajeto do ônibus se deu por uma pista simples, de mão dupla, aquela que tem somente uma pista em cada sentido, e que durante o percurso o motorista de um automóvel desejava ultrapassá-lo bem antes de atingir uma curva. Após ler **“VEÍCULO LONGO – COMPRIMENTO 25 m”** na traseira do ônibus achou prudente não fazê-lo.

Nesta decisão, as dimensões do ônibus foram relevantes. O motorista considerou seu comprimento e neste caso ele foi considerado como um **“corpo extenso”**.

Note que o mesmo corpo, neste caso o ônibus, pode ser considerado como uma partícula (dimensões desprezíveis) em um estudo e como corpo extenso (dimensões não desprezíveis) em outro estudo.



Fig. 3.1: Na estrada um ônibus pode ser considerado um ponto material; já na estação rodoviária é um corpo extenso. Fonte: Física Mecânica, editora FTD, 2ª edição, p. 31.

3.3 – O Movimento é Relativo

Para começarmos a estudar sobre movimento e repouso, vamos observar algumas situações. Observe a tirinha a seguir.



Fig. 3.2: Tirinha turma da Mônica. Fonte: <http://professorvitorleite.blogspot.com.br/2013/05/fisica.html>

Em todas as perguntas seguintes você terá dois espaços para resposta. Escreva sua primeira resposta no espaço que está do lado esquerdo. Caso seja necessário correção ou melhoramento da resposta você deverá utilizar o espaço do lado direito. Nunca apague a sua primeira resposta, ela é de grande importância nosso estudo!



Quando o Cascão diz que está parado e que quem está se andando é o skate ele está correto? Justifique.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Quando ele diz que está parado é em relação ao skate. Em relação ao Cebolinha ele está em movimento junto com o skate.

Agora observe a figura a seguir.



Fig. 3.3: Pessoas em caixote. Fonte: própria autora



Se você estivesse parado ao lado da quadra e fosse se referir a aluna 1 o que você diria, que ela está em repouso ou em movimento? E se a aluna 2 também fosse se referir a aluna 1, o que ela diria? Qual resposta estaria correta?

Escreva sua resposta aqui.

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, na Figura 3.4, mostrada ao lado, as duas pessoas estão efetivamente se movendo. No entanto, como o conceito de movimento é relativo ao referencial escolhido, elas estão paradas entre si, ou seja, estão paradas uma em relação a outra. Voltando ao exemplo do caixote, uma possível escolha do ponto onde o observador estaria localizado é a quadra. Outra opção seria o próprio caixote em que as alunas 1 e 2 se encontram. Portanto, o que seria um Referencial?



Fig. 3.4: Pessoas andando em skate. Fonte: <http://henrisoncruz.tumblr.com/>

DEFINIÇÃO DE REFERENCIAL

O Referencial, para o estudo do movimento em **linha reta**, é a escolha de um **ponto** para se observar o movimento de um corpo. Deve-se escolher também qual será o **sentido** (positivo ou negativo) para o movimento 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.

Agora que já conhecemos o conceito de referencial, responda a pergunta que segue:

? Um ônibus está andando com velocidade de 40 km/h. Cite um referencial em que um passageiro, sentado no banco do ônibus, esteja em movimento e um referencial em que ele esteja em repouso.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Um referencial em que ele está em movimento seria por exemplo em relação a um poste na estrada, ou a uma pessoa parada num ponto de ônibus. E um referencial em que ele está em repouso seria em relação outra pessoa sentada em um dos bancos ao seu lado.

3.4 – Trajetória

Posso pedir a você que me conte sua trajetória escolar até aqui. Neste caso você me diria em quais escola estudou, as matérias que talvez tenha ficado retido e etc. Mas posso pedir também que me conte qual a trajetória que você percorre todos os dias para chegar na escola. Neste caso você provavelmente me diria se vem ônibus ou não, qual (is) ônibus, quanto tempo demora, por quais ruas passa e etc. Outro exemplo seria se vocês alunos, organizassem um churrasco na casa de um(a) colega. Para facilitar que cheguem a casa dele é coerente que se faça um mapa explicando como chegar ao local. Neste mapa estará indicado o trajeto que se deverá percorrer.

Observe o mapa mostrado na Figura 3.5 que indica onde fica a EEEM “Aristóbulo Barbosa Leão” em Laranjeiras. Veja que há várias possibilidades de caminhos para se chegar até ela. Cada um desses caminhos indica uma trajetória diferente que um aluno poderá percorrer. Sempre que estudarmos o movimento de um corpo iremos precisar saber qual a sua trajetória, pois através dela é que poderemos saber alguns dados deste movimento, como por exemplo, posição do corpo, distância percorrida, velocidade média, etc.



Fig. 3.5: Mapa mostrando a escola “Aristóbulo Barbosa Leão”. Fonte: Google Maps

Observe na figura 3.6 outros exemplos de trajetória em nosso dia a dia.



Fig. 3.6: Exemplos de trajetória. Fonte: Os Fundamentos da Física, editora Moderna, 9ª edição.

O que seria então o conceito de trajetória?

CONCEITO DE TRAJETÓRIA

A trajetória de uma partícula em movimento é a **linha** que ele descreve em relação a um referencial. Caso a partícula encontre-se em repouso, sua trajetória reduz-se a um ponto.

Vamos analisar agora outra situação. Suponha que durante nossa gincana um aluno fera em andar de skate jogue uma bolinha para o alto, tal como pode ser observado na Figura 3.7 abaixo:

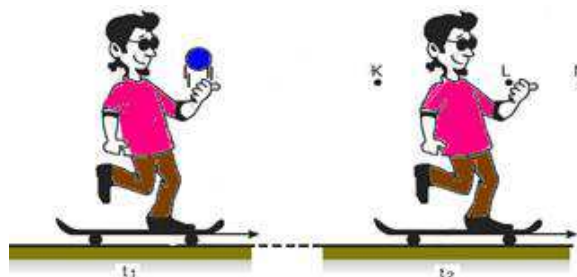


Fig. 3.7: Pessoa andando de skate. Fonte: <http://fisica vestibular.com.br/novo/mecanica/cinematica/conceitos-e-definicoes-movimento-e-reposo/exercicios-movimento-reposo/>



Se desprezarmos a influência do ar, em que ponto (K, L ou M) esta bolinha irá cair?

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Se desprezarmos a resistência do ar, esta bolinha cai no ponto L, pois ela possui a mesma velocidade horizontal que o aluno.

Para respondermos a essa pergunta basta pensarmos sobre o conceito de movimento. Já vimos que o movimento é relativo, logo em relação ao aluno no skate a bolinha está inicialmente parada. Quando ele a joga para o alto, o movimento horizontal dos dois continua o mesmo, ou seja, horizontalmente os dois se deslocam com mesma velocidade e um está em repouso (horizontal) em relação ao outro. **O movimento da bolinha em relação ao aluno no skate é somente o movimento vertical**, ou seja, a bolinha sobe e desce, caindo na mão do aluno que neste caso é o ponto L.

Pensando na trajetória da bolinha vemos que em relação ao aluno no skate esta trajetória é uma linha reta, ou seja, é como se este aluno estivesse parado e jogasse esta bolinha para o alto. Tente fazer isso quando estiver dentro de um ônibus ou carro quando as janelas estiverem fechadas (as janelas fechadas são para diminuir a influência do ar no movimento da bolinha). **Em relação a outro aluno que está sentado no pátio, simplesmente observando o movimento da bolinha, como será a trajetória desta vista por ele?**

Para respondermos corretamente essa questão temos novamente que analisar o movimento da bolinha. Perceba que em relação a uma pessoa sentada no pátio esta bolinha possui tanto movimento na horizontal, quanto movimento na vertical. Logo a trajetória dela será como a da figura a seguir.

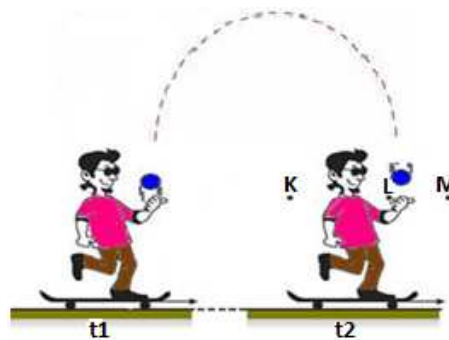


Fig. 3.8: Pessoa andando de skate. Fonte: [http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/cinematica/conceitos-e-definicoes-movimento-e-repouso/exercicios-movimento-repouso/\(adaptada\)](http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/cinematica/conceitos-e-definicoes-movimento-e-repouso/exercicios-movimento-repouso/(adaptada))

Observe que a trajetória de um objeto também depende do referencial adotado.

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. Como podemos fazer para identificarmos a posição desse corpo? O que é posição?

CONCEITO DE POSIÇÃO – ESCALAR

É a medida realizada para determinar a localização de um corpo em relação a um Referencial previamente escolhido.



Qual sua posição neste instante?

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Depende do referencial.

Para essa pergunta também teremos várias respostas totalmente diferentes, pois quando falamos em posição, primeiro devemos estabelecer um referencial ou um ponto de referência.

Quando realizamos a competição 8 (Corrida de Velocidade) em que calculamos a velocidade de um aluno, tivemos que medir algumas distâncias. Uma das medidas realizadas foi 20m do ponto inicial ao ponto em que o aluno parava para escrever a frase. Neste caso podemos dizer que o aluno estava na posição 20 metros em relação àquele referencial (início da competição). Mas esta posição pode variar se trabalharmos com outros referenciais diferentes.



USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR

Experimento 1: Agora faremos um experimento para podermos responder a pergunta acima. Basta escolher um referencial e ver qual sua localização em relação a ele. Esta tarefa deve ser realizada em grupos de três alunos cada. Primeiro escolha uma carteira em que um dos integrantes do grupo está sentado, depois escolha três pontos como referencial, esses pontos podem ser o quadro, a porta os cantos da sala e etc. Faça as medidas das distâncias em relação a cada referencial e anote no espaço anterior em que perguntávamos a sua posição. Após cumprir essa tarefa faça um desenho (esquema) no espaço ao lado. Localize sua posição em sala de aula, os referenciais escolhidos e a distância medida em relação a cada um deles. Anote os valores na própria Figura.

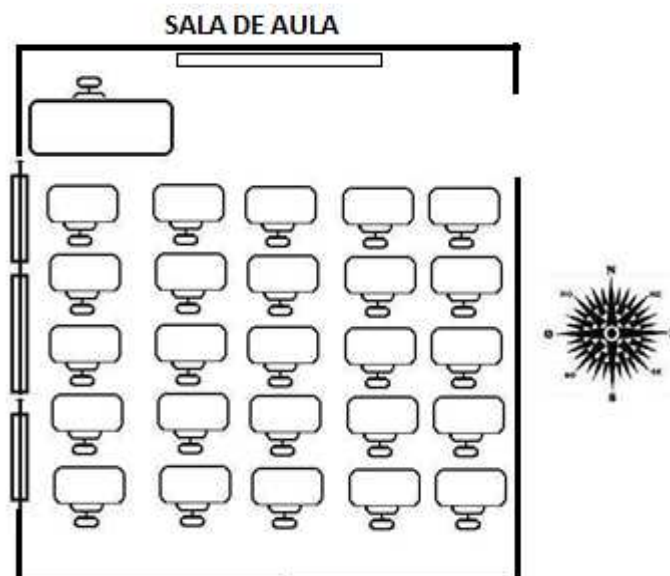


Fig. 3.9: Esquema da sala de aula. Fonte Própria autora.

Agora já podemos definir os conceitos de repouso e movimento. Quando podemos dizer que um corpo está em movimento ou em repouso em relação ao referencial adotado?

DEFINIÇÃO DE MOVIMENTO E REPOUSO

Um corpo está em **movimento** em relação a um referencial quando sua posição varia com o tempo em relação a esse referencial.

Um corpo está em **repouso** em relação a um referencial quando sua posição não varia com o tempo em relação a esse referencial.

Quando realizamos a competição 2 (Puxando a Toalha) da gincana tínhamos dois alunos em um caixote que estava sendo puxado. Mesmo que este caixote estivesse em movimento, podíamos dizer que os alunos dentro dele estavam em repouso um em relação ao outro, pois a distância entre eles permanecia constante, mas também podíamos dizer que esses alunos estavam em movimento em relação a quem os observava em pé ao lado da quadra.



Cite outro exemplo em nossa gincana em que um corpo estava em repouso em relação a um referencial e em movimento em relação a outro referencial. Explique.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Podemos citar como exemplo a situação em que tínhamos dois alunos em cima de um skate que estava em movimento. Estes alunos estavam em repouso um em relação ao outro, pois a distância entre eles não variava, mas estavam em movimento em relação a uma pessoa que estava sentada na quadra, observando a competição, pois neste caso a distância entre eles variava.



LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1- Dê um exemplo, diferente do citado no texto, de um corpo que em determinada situação de estudo ele pode ser considerado como uma partícula e em outra situação ele deve ser considerado corpo extenso. (Explique esta situação)
- 2- (Curso de Física 2011) Dois carros, A e B, deslocam-se em uma estrada plana e reta, ambos no mesmo sentido. O carro A desenvolve uma velocidade 60 km/h e o B, um pouco mais á frente, desenvolve também a mesma velocidade. Com relação a essa situação responda:
 - a) A distância entre os carros A e B está variando?
 - b) Para um observador em A, o carro B está em repouso ou em movimento?
- 3- Um homem está parado no degrau de uma escada rolante em movimento. Assinale a alternativa correta.
 - a) O movimento do homem e da escada são diferentes.
 - b) Para um referencial no solo, o homem não está em movimento.
 - c) Para um referencial na escada, o homem está em movimento.
 - d) Para um referencial no solo, a escada não está em movimento.
 - e) O homem está em repouso em relação à escada.

- 4- Assinale a opção **incorreta**, supondo que, em certo instante, um automóvel aproxima-se de um paredão, como lustra a Figura 3.10:

- o automóvel está em movimento em relação ao paredão.
- o paredão está em movimento em relação ao automóvel.
- o paredão está em repouso em relação ao solo.
- o motorista está em repouso em relação ao automóvel, mas em movimento em relação à superfície da Terra.
- o paredão está em repouso em relação ao automóvel.

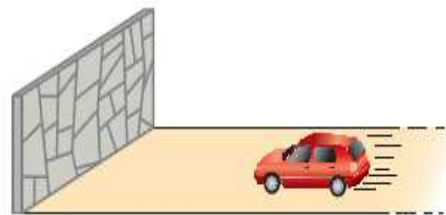


Fig. 3.10: Carro se deslocando. Fonte: Física Mecânica, editora FTD, 2ª edição, p.33.

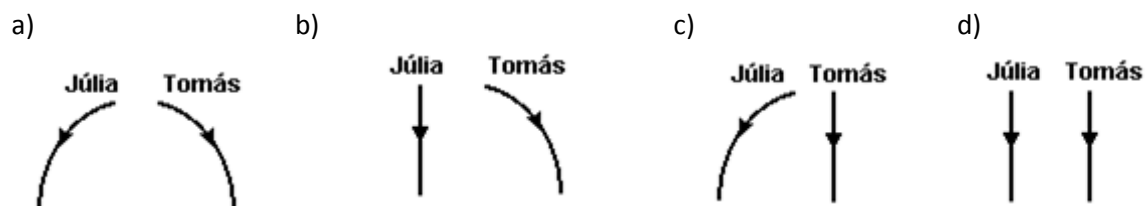
- 5- (UFRJ) Observe a Figura 3.11 a seguir. Heloísa, sentada na poltrona de um ônibus, afirma que o passageiro sentado à sua frente não se move, ou seja, está em repouso. Ao mesmo tempo, Abelardo, sentado à margem da rodovia, vê o ônibus passar e afirma que o referido passageiro está em movimento.



Fig. 3.11: Pessoas em ônibus em movimento. Fonte: Física Mecânica, editora FTD, 2ª edição, p. 33.

De acordo com os conceitos de movimento e repouso usados em Mecânica, explique de que maneira devemos interpretar as afirmações de Heloísa e Abelardo para dizer que ambas estão corretas.

- 6- (Gualter 2013 – Adaptada) Assinale a opção correta, supondo que, em certo instante, um automóvel encontra-se no km 120 de uma rodovia. Logo, a posição nesse instante é igual a 120 km. Isso significa que:
- automóvel já percorreu 120 km.
 - o automóvel já percorreu 120 km.
 - o automóvel está em movimento no referido instante, no sentido da trajetória.
 - o automóvel, nesse instante, está em repouso.
 - o automóvel encontra-se a 120 km do km 0, medidos ao longo da trajetória.
- 7- (UFMG) Júlia está andando de bicicleta, com velocidade constante, quando deixa cair uma moeda. Tomás está parado na rua e vê a moeda cair. Considere desprezível a resistência do ar. Assinale a alternativa em que melhor estão representadas as trajetórias da moeda, como observadas por Júlia e por Tomás.



3.6 – Velocidade Média e Velocidade Escalar Média

Na Figura 3.12 a seguir vemos alguns atletas disputando uma corrida de velocidade. Essas corridas incluem distâncias curtas (100 m, 200 m ou 400 m) e o objetivo de todas elas é, partindo de uma posição agachada nos blocos de partida, percorrer a distância definida o mais rápido possível.



Fig. 3.12: Corrida de atletismo. Fonte: <http://www.brasilecola.com/fisica/velocidade-escalar-media.htm>

Em nossa gincana também fizemos uma corrida de velocidade, porém de forma diferente da citada no texto anterior. Na competição 8 fizemos uma disputa entre os grupos, nesta prova cada grupo teve que medir a distância de um ponto inicial (largada) até outro ponto onde havia um quadro em que o aluno deveria parar para escrever a frase, ditada pela professora. Depois esses grupos tiveram que medir a distância de onde estava o quadro até a posição final (chegada). Observe a Figura 3.13 ao lado que demonstra o esquema realizado.

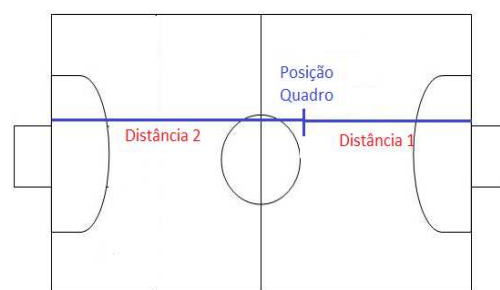


Fig. 3.13: Quadra de futsal. Fonte: <http://www.efdeportes.com/efd184/tiro-livre-direto-sem-barreira-em-futsal.htm> (adaptada).

Um aluno de cada grupo teve que correr da linha de partida até onde estava o quadro, anotar a frase ditada pela professora e depois correr novamente até a linha de chegada. Todos os tempos foram anotados.

? Suponha um aluno 1 conseguiu completar a prova em 40 s e um aluno 2 a completou em 50 s. Qual deles foi o mais veloz? Explique.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>O aluno 1 pois ele fez o mesmo percurso que o aluno 2 dois, porém em menos tempo.</p>
-----------------------------------	---

Vamos compartilhar algumas respostas. Cada grupo deverá ler sua resposta e ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo.

Escreva suas observações aqui.

Observe que há situações em que a velocidade média possui o mesmo valor que a velocidade escalar média, mas é necessário observar as diferenças entre essas duas grandezas. Como a definição de velocidade escalar média *não inclui* a direção do movimento, ela não possui um sinal algébrico. Já a velocidade média pode ser positiva ou negativa, isso dependerá da direção e do sentido do movimento.

Para fixar melhor a diferença entre esses conceitos vejamos outro exercício resolvido como exemplo



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 3.3 – Um corredor está se movimentando em uma pista de atletismo com formato de círculo; o comprimento total deste circuito é de 2 Km. Ele parte do ponto $s = 0$, dá três voltas em 2 h, e para exatamente no mesmo ponto onde ele iniciou a corrida. Nestas condições, vamos calcular qual foi sua velocidade escalar média no percurso e qual foi a sua velocidade média.

Resolução:

De acordo com a definição de **velocidade escalar média**, basta você dividir a distância total percorrida pelo tempo total gasto.

$$d = 6 \text{ km (3 voltas) e } \Delta t = 2 \text{ h}$$

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{6 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 3,0 \text{ km/h}$$

Sua velocidade escalar média foi de 3,0 km/h.

Já para o cálculo da **velocidade média** no percurso total precisamos subtrair a posição final da posição inicial e dividir esse resultado pelo tempo total gasto.

$$\Delta S = S - S_0 = 0 - 0 \text{ km} = 0$$

$$\Delta t = 2 \text{ h}$$

$$vm = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{0 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 0$$

Sua **velocidade média** no percurso é 0, ou seja, é nula entre esses intervalos de tempo.

A velocidade média não leva em conta o quanto o corpo andou, mas onde ele iniciou seu movimento e onde ele parou, diferente da escalar média.

Voltando a nossa gincana, na competição 8 (Corrida de Velocidades) tivemos que calcular o valor da velocidade escalar média desenvolvida por um aluno do grupo que percorreu determinada distância. Vejamos um exemplo deste cálculo.

Suponha que nesta competição 8 os valores anotados por um grupo tenham sido seguintes:

	Distância	Tempo
Percurso 1	25 m	8 s
Anotação da frase	Nula	10 s
Percurso 2	35 m	12 s

Vejamos como calculamos a velocidade escalar média do percurso total.

Os dados da questão são:

$d = 60 \text{ m}$ (o aluno percorreu 25 m e depois percorreu mais 35 m, no final do percurso ele havia percorrido a distância total de 60 m)

$t = 30 \text{ s}$ (o aluno chegou ao final da corrida no instante $30 \text{ s} = 8 + 10 + 12 \text{ s}$)

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{60}{30} = 2 \text{ m/s}$$

Repare que neste cálculo nós somamos o tempo em que o aluno ficou parado.

Agora, caso seu grupo tenha errado o cálculo da velocidade escalar média na competição, corrija-a no espaço abaixo.

Como você já deve ter percebido, utilizamos até aqui duas unidades de medida para a velocidade média que são o m/s e o km/h. Podemos utilizar também outras unidades como o cm/s, mm/s, entre outros. Os mais utilizados em nosso dia a dia são o m/s e o km/h. Se quisermos fazer uma conversão entre essas duas unidades basta utilizar os dados abaixo.

$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ e $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$

Utilizando as diferentes unidades temos:

$$\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}$$

Portanto:

$$\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \rightarrow 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Na prática para transformar km/h em m/s, divide-se o valor por 3,6 e para transformar m/s em km/h, multiplica-se por 3,6.

Exemplo: Transforme:

a) 36 km/h em m/s

Para transformar 36 km/h em m/s basta dividirmos 36 por 3,6, ou seja:

$$\frac{36 \text{ km}}{\text{h}} \rightarrow \frac{36}{3,6 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$$

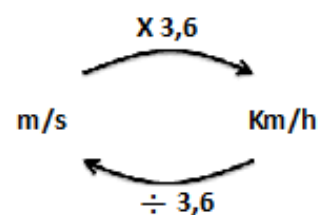
36 km/h equivalem a 10 m/s.

b) 20 m/s em km/h

Para transformar 20 m/s em km/h basta multiplicarmos 20 por 3,6, ou seja:

$$20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow 20 \times 3,6 = 72 \text{ km/h}$$

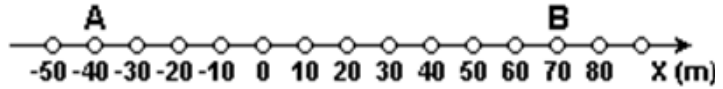
20 m/s equivalem a 72 km/h.





LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1- (UFCE) Uma partícula desloca-se sobre uma reta na direção x . No instante $t_1 = 1,0$ s, a partícula encontra-se na posição A e no instante $t_2 = 6,0$ s encontra-se na posição B, como indicadas na figura a seguir. Determine a velocidade escalar média da partícula no intervalo de tempo entre os instantes t_1 e t_2 .



- 2- Quando o brasileiro Joaquim Cruz ganhou a medalha de ouro nas Olimpíadas de Los Angeles, ele percorreu 800 m em apenas 100 s. Neste caso qual foi a velocidade escalar média desenvolvida por esse atleta?
- 3- O velocímetro de um carro indica 72 km/h.
a) Exprese essa velocidade em m/s;
b) Calcule a distância percorrida por esse carro em 5 s.
- 4- Suponha que seu colega venha para escola caminhando, e que ele percorre 6,0 km em 20 minutos. Calcule a velocidade escalar média desenvolvida por ele durante este percurso, em m/s.
- 5- Uma pessoa andando normalmente, desenvolve uma velocidade escalar média da ordem de 1 m/s. Que distância, aproximadamente, essa pessoa percorrerá, andando durante 2 minutos?
- 6- Suponha que você vá de ônibus de Carapina a Itaparica (V.V.) e que faça o trajeto pela “Reta da Penha”. Esse percurso tem em média 24 km e em horário de pico o ônibus leva aproximadamente 1 h e 30 min na viagem. Calcule a velocidade escalar média desenvolvida por este ônibus durante este percurso.
- 7- Se no exercício anterior você fosse de carro e fora do horário de pico, percorreria o mesmo trajeto em cerca 30 min. Calcule a nova velocidade escalar média desenvolvida durante este percurso.
- 8- Uma bola de baseball é lançada com velocidade igual a 108 m/s, e leva 0,6 segundo para chegar ao rebatedor. Supondo que a bola se desloque com velocidade constante. Qual a distância entre o arremessador e o rebatedor?
- 9- Suponha que um aluno, durante a competição 8 de nossa gincana, passa no instante $t_1 = 10$ s por uma posição cujo espaço é $S_1 = 50$ m e no instante $t_2 = 20$ s pela posição de espaço $S_2 = 120$ m, como mostrado na Figura 3.15 a seguir. Determine a velocidade escalar média desenvolvida por este aluno no intervalo de t_1 a t_2 .

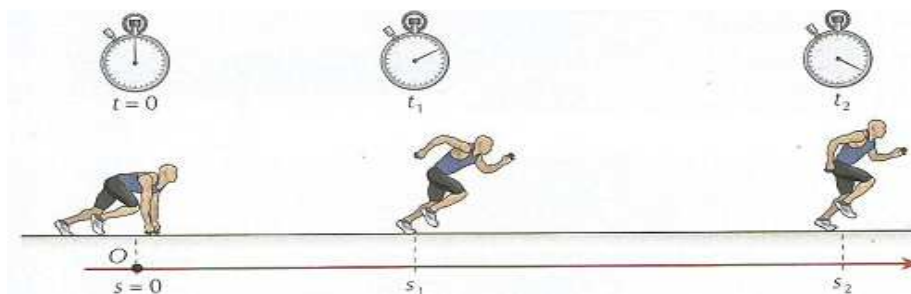


Fig. 3.15: Esboço de um atleta durante uma competição. Fonte: Física Mecânica, editora FTD, 2ª edição, p.42 (adaptada).

3.7 – Conceito de Aceleração

No site <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/qual-foi-a-maior-velocidade-que-uma-pessoa-ja-alcancou> vemos um comentário sobre Usain Bolt campeão e recordista em três provas nos Jogos Olímpicos de Pequim. O texto intitulado “Qual foi a maior velocidade que uma pessoa já alcançou?” foi adaptado e é mostrado abaixo:

Usain Bolt precisou de 21 passos para atingir o limite de 43,9 km/h

Bolt arrancou em penúltimo, reagindo ao sinal de largada depois de 0,165 s - mas o tempo de reação representa apenas 1% da prova. Estudos sugerem que, com vento a favor e sem relaxar no final, Bolt seria 14 centésimos mais veloz, aumentando a distância para os rivais em 1,30 m.

0-50 metros: Bolt percorreu a primeira metade da prova em 5,6 s, mesmo tempo de testes do Vectra 2.0 com câmbio automático.

50-80 metros: Percorre com velocidade máxima: 43,9 km/h

80-100 metros: Bolt desacelera e comemora cruzando a linha a 40 km/h

Observamos ao nosso redor um mundo em movimento. Podemos notar os carros se locomovendo, as pessoas andando, um objeto caindo e mais uma série de exemplos que poderiam ser citados. O interessante é saber que uma boa parte dessas situações podem ser descritas e que - se o movimento de um objeto mantiver uma certa regularidade - poderemos saber o que ocorreu antes e o que vai acontecer depois.

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.

No exemplo de Bolt vemos que sua velocidade aumenta enquanto ele percorre os primeiros 50 m, depois disso ele permanece com velocidade praticamente constante de 50-80 m e depois começa a desacelerar, ou seja, a diminuir sua velocidade de 80-100m.

Quando um corpo está aumentando sua velocidade a distância percorrida por ele cada instante também aumenta. Veja o exemplo na Figura 3.16 a seguir.

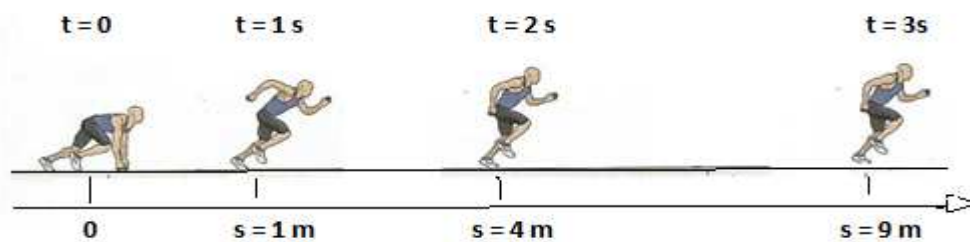


Fig. 3.16: Pessoa iniciando corrida. Fonte: Os Fundamentos da Física, editora Moderna, 9ª edição, p. 23 (adaptada)

Considerando o exemplo acima vemos que o atleta inicia o movimento, partindo de uma posição marcada como zero e inicialmente a sua velocidade é nula. Após iniciar o movimento, sua velocidade começa a aumentar. Isto é: no primeiro intervalo de tempo de 1s, ele percorre 1 m; passados mais 1s ele percorre 3 m; em 1s a mais ele percorre 5m, ou seja, a cada segundo que passa, ele percorre uma distância cada vez maior, o que significa que sua velocidade está mudando.

A medida de mudança de velocidade de um corpo em um determinado intervalo de tempo é chamada de **Aceleração** e podemos defini-la da seguinte maneira:

CONCEITO DE ACELERAÇÃO – ESCALAR

É a medida da **mudança da velocidade** de um corpo, em um dado referencial, durante certo **intervalo de tempo**. Matematicamente pode ser expressa:

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

Observe que para sabermos como aconteceu, ou como acontecerá determinado movimento precisamos saber qual sua aceleração, pois ela nos indica como a velocidade varia e esta nos indica como a posição de um corpo varia.

Com relação às unidades de medida de aceleração, note que elas são sempre quocientes de uma unidade de velocidade por uma de tempo. Portanto:

$$\text{unid}(a) = \frac{\text{unid}(v)}{\text{unid}(t)} = \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s^2}$$

Concluimos, então, que a unidade de aceleração no SI é o metro por segundo ao quadrado (m/s^2).

Veja o exemplo do carro na Figura 3.17 seguir: se a aceleração de um carro é de $10m/s$ a cada segundo, ou seja, é de $10m/s^2$, isso significa que, em um segundo, a velocidade dele aumenta $10m/s$. Observe:

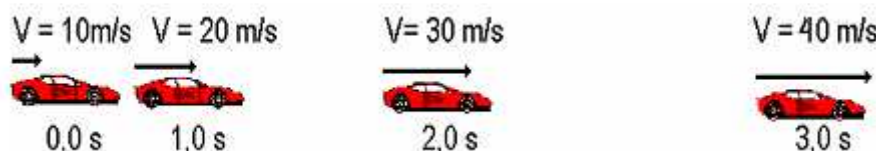


Fig. 3.17: Carro acelerando. Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=9570>

Agora vamos novamente pensar na competição 8 da gincana (Corrida de Velocidades). Observe a Figura 3.18 e pense que no instante t_0 o aluno esteja com velocidade nula e no instante $t_1 = 10$ s ele já esteja com velocidade de 5 m/s e que no instante $t_2 = 20$ s ele esteja com a mesma velocidade anterior, ou seja, 5 m/s.

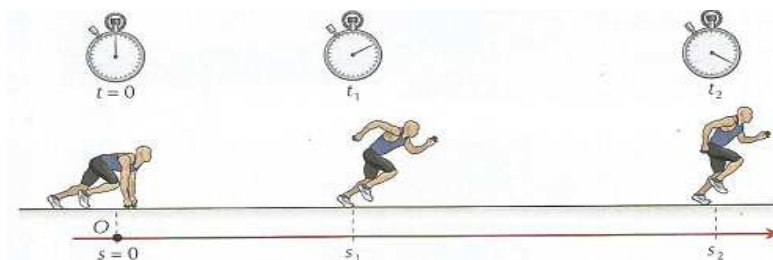


Fig. 3.18: Pessoa iniciando corrida. Fonte: *Os Fundamentos da Física*, editora Moderna, 9ª edição, p. 23.

Vamos calcular a aceleração desse aluno nesta competição, durante os intervalos de tempo de t_0 a t_1 , de t_1 a t_2 .

De t_0 a t_1 temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{5 - 0}{10 - 0} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Ou seja, de t_0 a t_1 o aluno aumentou sua velocidade, em média, de $0,5$ m/s a cada 1 s.

De t_1 a t_2 temos:

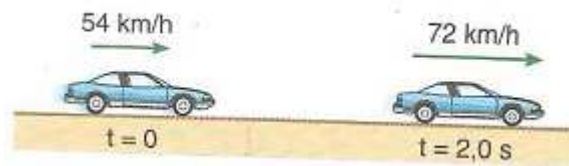
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{5 - 5}{20 - 10} = \frac{0}{10} = 0 \text{ m/s}^2$$

Ou seja, de t_1 a t_2 o aluno não variou sua velocidade, pois sua aceleração foi nula.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 3.4 - Um automóvel percorre uma estrada de modo que sua velocidade aumenta. Num determinado instante o velocímetro indica 54 km/h e, 2,0 segundos depois, 72 km/h. Vamos calcular aceleração escalar média entre esses dois instantes.

**Resolução:**

O intervalo de tempo é $\Delta t = 2,0 \text{ s}$

A variação da velocidade escalar entre esses dois instantes foi:

$$\Delta v = (72 \text{ km/h}) - (54 \text{ km/h}) \rightarrow \Delta v = 18 \text{ km/h}$$

Como o intervalo de tempo foi dado em segundos, fazemos a transformação:

$$\Delta v = 18 \text{ km/h} = \frac{18}{3,6} = 5,0 \text{ m/s}$$

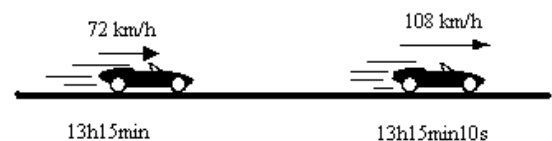
$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

Isso significa que, em média, a velocidade aumentou 2,5 m/s a cada segundo.



LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1- O que significa dizer que um ciclista apresenta uma velocidade de 5 m/s?
- 2- O que significa dizer que um carro possui uma aceleração de 5 m/s²?
- 3- Qual a diferença entre velocidade e aceleração?
- 4- Durante uma corrida com carros, um dos competidores consegue atingir 90 km/h desde a largada em apenas 5 s. Qual a aceleração média descrita por ele?
- 5- Na situação mostrada ao lado observamos um móvel em uma trajetória retilínea. Foram registrados o tempo a velocidade do veículo em dois instantes de consulta ao velocímetro do mesmo. Determine a aceleração escalar média desenvolvida por este carro entre esses instantes.
- 6- Um automóvel encontra-se parado diante de um semáforo. Logo quando o sinal abre, ele arranca com aceleração de 5m/s². Após quanto tempo ele atinge a velocidade de 30 m/s?
- 7- (U. Caxias do Sul-RS) Uma revista automobilística, comparando diferentes carros com motor 1.0, no item aceleração, afirma que um deles vai de 0 a 100 km/h em 17,22 s, percorrendo a distância de 309,0 m.

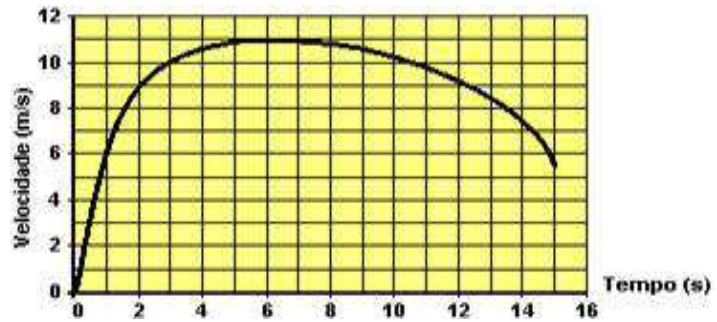


Isso significa que nesse intervalo de tempo o carro:

- a) Desloca-se com velocidade constante.
- b) Tem velocidade média de 50 km/h no trecho indicado.
- c) Tem velocidade média de 14,0 m/s.
- d) Tem uma aceleração média de 5,8 km/h/s.
- e) Tem uma aceleração média de 5,8 m/s²

(ENEM) O enunciado a seguir refere-se às questões 8 e 9.

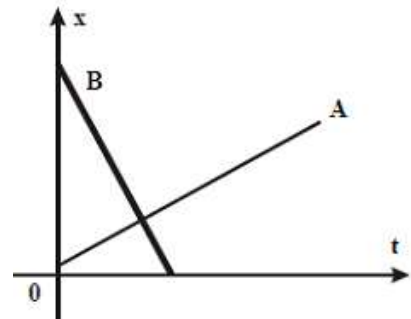
Em uma prova de 100 m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico ao lado:



- 8- Baseado no gráfico, em que intervalo de tempo a velocidade do corredor é aproximadamente constante?
- Entre 0 e 1 segundo
 - Entre 1 e 5 segundos
 - Entre 5 e 8 segundos
 - Entre 8 e 11 segundos
 - Entre 12 e 15 segundos.
- 9- Em que intervalo de tempo o corredor apresenta aceleração máxima?
- Entre 0 e 1 segundo.
 - Entre 1 e 5 segundos.
 - Entre 5 e 8 segundos.
 - Entre 8 e 11 segundos.
 - Entre 9 e 15 segundos.
- 10- (UFJF-MG) Em um laboratório de Física, um pesquisador observou os movimentos de duas partículas e representou a variação da posição de cada uma delas no tempo de acordo com o gráfico abaixo.

A partir do gráfico, pode-se afirmar que:

- a partícula A está subindo e a partícula B está descendo.
- as duas partículas estão se deslocando no mesmo sentido com velocidades iguais.
- a partícula B é mais lenta que a partícula A e tem sentido oposto a esta.
- a partícula A é mais rápida que B e se desloca no mesmo sentido desta.
- a partícula B é mais rápida que A e tem sentido oposto a esta.



4- Introdução ao Conceito de Força

4.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar força e somatório de forças;
- ✓ Conhecer o caráter vetorial da força e suas unidades de medida;
- ✓ Perceber a importância e a aplicação dos conceitos de força e somatório de forças no dia a dia.

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 pôde ser observado na competição 2 “puxando a toalha”, mostrada na Figura 4.1, e na competição 6 “cabo de guerra”, mostrada na Figura 4.2.



Fig. 4.1: Competição 2 da gincana, em que o aluno deve puxar a toalha sem que a água nas taças seja derramada. Para que o aluno obtenha sucesso na realização desta prova ele deve puxar a toalha de forma abrupta e coordenada. Fonte: Própria autora.



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: Própria autora



Quando aplicamos uma força em um objeto o que acontece com ele? Explique e dê situações de seu dia a dia como exemplo.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Ao aplicarmos uma força em um objeto, podemos provocar uma mudança em estado de movimento. Por exemplo, quando um carro quebra e uma pessoa vai empurrá-lo ela pode ou não conseguir fazer com que este se mova. Outra situação que pode ocorrer é a deformação do corpo. Se apertarmos uma garrafa plástica vazia podemos amassá-la, ou seja, deformá-la.

Vamos compartilhar algumas respostas. Cada grupo deverá ler sua resposta e ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo.

Escreva suas observações aqui.

Ao aplicarmos uma força em um objeto, podemos provocar uma mudança em seu movimento ou até mesmo deformação deste. Sendo assim, podemos estabelecer o conceito de Força da seguinte forma:

CONCEITO DE FORÇA – ESCALAR

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 de um corpo.

A partir deste entendimento do conceito de Força, observamos 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. Lembrando que os conceitos de *posição*, *velocidade* e *aceleração* estão diretamente relacionados com a **descrição** do movimento, então podemos concluir que existe uma relação entre todas estas grandezas. Na verdade, esta relação é expressa pelas Leis de Newton, assunto que iremos abordar mais adiante.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.1 - Observe atentamente as Figuras 4.3 e 4.4 a seguir e indique a força que corresponde a cada uma das frases que se seguem:

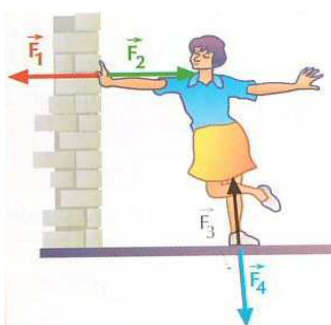


Fig. 4.3: Menina apoiada em uma parede.

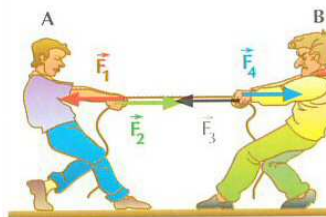


Fig. 4.4: homens puxando uma corda.

- A - Força exercida pela parede na mão da menina.
- B - Força exercida no solo pelo pé da menina.
- C - Força exercida pelo rapaz A no cordel.
- D - Força exercida pelo cordel na mão do rapaz B

Resolução:

- A - Força exercida pela parede na mão da menina é a força F_2
- B - Força exercida no solo pelo pé da menina é a força F_4
- C - Força exercida pelo rapaz A no cordel é a força F_1
- D - Força exercida pelo cordel na mão do rapaz B é a força F_3

4.3 – Tipos de Força

Através de diversas situações onde podemos detectar que uma força está sendo aplicada em um corpo, podemos identificar dois tipos de forças: as de contato e as de campo ou de ação à distância. As forças de contato, como o próprio nome já diz, são forças geradas pelo contato físico entre dois corpos.

Nas Figuras 4.5, 4.6 e 4.7 abaixo, vemos exemplos de forças de contato, observe cada uma delas.

Para puxar a toalha, a aluna precisa ter o contato físico com a mesma. Para puxar o caixote, o aluno puxa a corda exercendo contato físico com a mesma. Para se movimentar, o aluno que está em um skate empurra o chão, e para que isso ocorra também é necessário contato físico entre eles.

As situações mencionadas acima são apenas alguns exemplos de forças de contato que ocorreram em na gincana. Observe que em nosso dia a dia podemos citar vários outros exemplos desse tipo de força.



Fig. 4.5: Aluna puxando a toalha sobre a mesa.

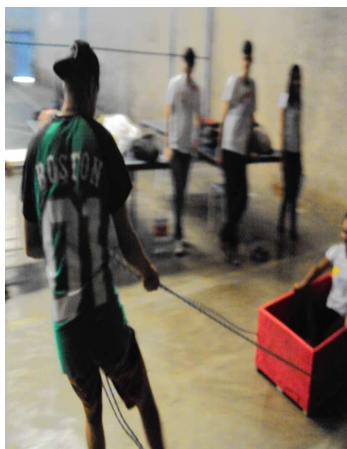


Fig. 4.6: Aluno puxando um caixote através de uma corda.



Fig. 4.7: Pessoa, em skate, empurrando o chão.



Cite pelo menos mais três situações, diferente das mencionadas acima, em que podemos perceber a ação de forças de contato.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Para chutar uma bola precisamos ter o contato físico com ela; para segurar um objeto também precisamos ter contato físico com ele; para acariciar uma pessoa ou animal também precisamos ter contato físico com eles.

Vejamos a definição desse tipo de força.

FORÇAS DE CONTATO

São aquelas que aparecem quando existe o contato físico (superfícies) entre dois ou mais corpos.

Já sabemos o que é uma força de contato, então, o que seriam, forças de ação à distância? Antes de termos uma resposta para esta pergunta vamos fazer alguns experimentos.



USANDO O EXPERIMENTO COM O PROFESSOR

Experimento 2: Força magnética – Entre um ímã e um clipe de prender papel.

Amarre um clipe de prender papel em uma linha, e posicione o clipe distante do campo magnético do ímã. A seguir, vá aproximando lentamente o ímã do clipe, conforme ilustrado na Figura 4.8 ao lado, e observe o momento em que ambos se atraem.

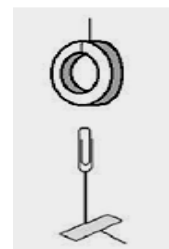


Fig. 4.8: Força magnética entre um ímã e um clipe de prender papel

Experimento 3: Força de atração gravitacional

Pendure vários objetos no dinamômetro de mola e verifique o peso de cada um deles através da escala do mesmo.

Experimento 4: Pulga elétrica

Coloque pedacinhos picados de papel alumínio dentro de uma lata do tipo goiabada. Lacre bem essa lata com plástico filme, e em seguida atrite um pedaço de lã, os cabelos, ou até mesmo os dedos sobre o plástico filme. Observe o que acontece.



Nos três experimentos, observamos a aplicação de força sem contato entre os corpos. Como você explicaria isso?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Essas forças são exemplos de forças de ação à distância. Elas agem através de um campo, seja ele magnético (experimento 2), gravitacional (experimento 3) ou elétrico (experimento 4).</p>
-----------------------------------	--

Ao analisarmos cada uma dessas forças, percebemos que elas não são forças de contato, pois elas agem à distância. Portanto, podemos definir forças de ação à distância como sendo:

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 é a força de atração que a Terra exerce sobre todos os corpos que estão em sua proximidade, incluindo nossos próprios corpos. Se uma pessoa estiver em cima de uma cadeira e esta for 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 **Força Peso**. Porém 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.

4.4 – Unidades de Força

O instrumento utilizado para medir uma Força é chamado de Dinamômetro.

Você sabia que as balanças de molas, como certas balanças em farmácias, feiras livres ou açougues, são, na realidade, Dinamômetros?

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 4.11, 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 4.12.

No exemplo da mesa, na Figura 4.11, o tamanho da flecha representa sua intensidade ou **módulo** de 100 N. 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.

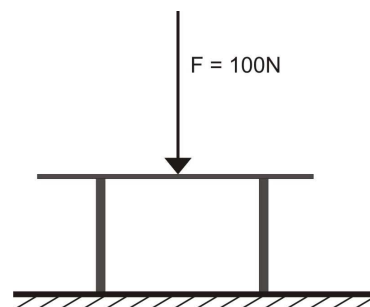


Fig. 4.11: Força de intensidade igual a 100 N, aplicada na direção vertical e no sentido de cima para baixo.

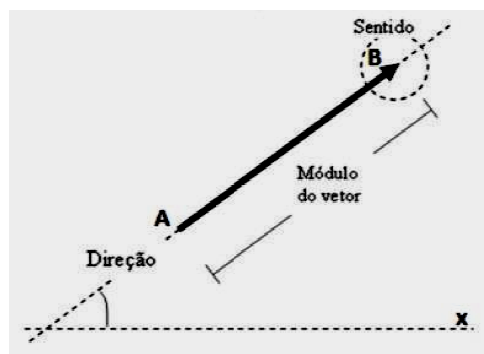


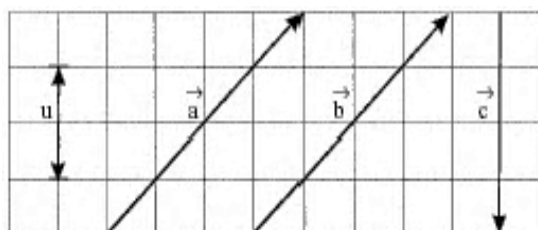
Fig. 4.12: Representação gráfica de um vetor.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 4.2 (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: $a = b = \sqrt{(4u)^2 + (4u)^2} = \sqrt{32u^2} = 4u\sqrt{2}$.

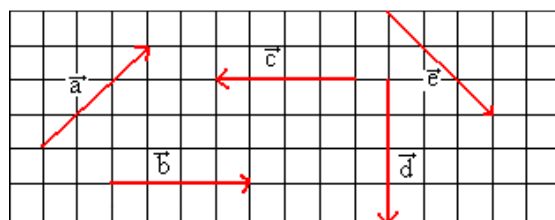
- b) Os vetores \vec{a} e \vec{b} também têm a mesma direção e sentido, ou seja, direção inclinada e sentido de baixo para cima. Já o vetor \vec{c} apresenta a direção vertical e o sentido de cima para baixo.
- c) Os vetores \vec{a} e \vec{b} são iguais, pois apresentam mesmo módulo, direção e sentido.



LISTA DE EXERCÍCIOS

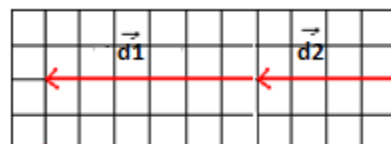
1- Observe os vetores ao lado e responda o que se pede.

- Quais vetores estão na mesma direção?
- Existem dois ou mais vetores iguais?
- Quais vetores são perpendiculares?



2- Na corrida de velocidades um aluno percorreu uma distância de 12 m, parou para escrever a frase a ele ditada, e logo depois percorreu mais 18,7 m chegando ao final da prova. O esquema abaixo mostra esses deslocamentos.

- Diga qual a intensidade, direção e sentido de cada vetor.
- Qual a intensidade do deslocamento total? Faça uma representação na própria figura indicando sua direção e sentido.



3- Na figura ao lado vemos um aluno puxando uma toalha. Qual a direção e o sentido do deslocamento dessa toalha considerando-a sobre a mesa?



4- Na figura ao lado vemos um aluno pronto para empurrar uma parede, de forma a se afastar o máximo possível dela. Nessa situação quais são a direção e o sentido da força que ele deve aplicar na parede e qual a direção e o sentido do seu deslocamento quando ele aplicar essa força?



A partir da discussão a respeito de forças, é possível observar com mais facilidade a diferença entre grandezas vetoriais e não vetoriais. As grandezas não vetoriais, também são chamadas de grandezas escalares. O tempo é um exemplo de uma grandeza escalar, pois não é necessário informar sua direção e sentido. O volume de um corpo também é uma grandeza escalar, pois fica totalmente definido quando informamos apenas seu valor numérico.

Assim, para diferenciar esses 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 – Somatório de Forças

Agora que já conhecemos os tipos de forças existentes, vamos retomar a análise da competição do cabo de guerra. Quando esta competição foi realizada, você teve que responder à pergunta **“Se esses alunos aplicam tanta força, por que é tão difícil puxar o outro grupo de alunos?”**.

Vamos novamente compartilhar algumas respostas. Cada grupo deverá ler sua resposta e ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo.

Escreva suas observações aqui.

Na Figura 4.13 abaixo vemos um exemplo de Cabo de Guerra. Quando as duas equipes possuem aproximadamente a mesma capacidade física, o resultado final pode ser um empate. Esquemáticamente, essa situação pode ser representada por uma força apontando para a direita e outra para a esquerda, resultando em um somatório de forças nulo. No entanto, se uma equipe for mais “forte” que a outra a soma poderá ser não nula.



Fig. 4.13: Disputa cabo de guerra. Fonte: http://ml.godinho.zip.net/arch2011-03-01_2011-03-31.html (adaptada)

Agora analise a Figura 4.14 a seguir, e escreva no espaço indicado o valor da força que o grupo da direita está exercendo, sabendo que nesta situação os grupos não conseguem mover o centro da corda.

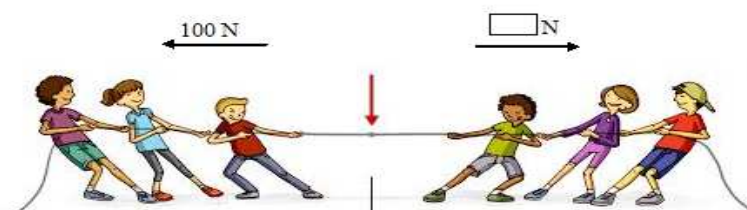


Fig. 4.14: Disputa cabo de guerra. Fonte: http://ml.godinho.zip.net/arch2011-03-01_2011-03-31.html (adaptada)

Vamos novamente compartilhar algumas respostas, sobre a pergunta feita acima, a respeito da força resultante. Cada grupo deverá ler sua resposta, ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo.

Escreva suas observações aqui.

Agora analise a Figura 4.15 ao lado e complete o espaço indicado, com um valor possível para a força que o grupo da direita deve exercer, sabendo que nesta situação eles conseguem deslocar o centro da corda também para a direita.



Fig. 4.15: Disputa cabo de guerra. Fonte: http://ml.godinho.zip.net/arch2011-03-01_2011-03-31.html (adaptada)

Discutimos acima algumas situações de forças, que atuam em um corpo, na mesma direção, porém em sentidos contrários. Agora vamos analisar situações em que as forças atuam na mesma direção e no mesmo sentido. Observe a Figura 4.16.



Fig. 4.16: Puxando caixote. Fonte: <http://danielsantos.org/2009/03/22/empurrando-caixas/> (adaptada)

Suponha que Evandro esteja aplicando uma força de 50 N, porém ainda assim não consiga mover o caixote. Com a ajuda de Rafael, aplicando também uma força de 50 N, eles conseguem juntos colocar esse caixote em movimento. Você, provavelmente já é capaz de explicar porque isso acontece. Então pense um pouquinho!

A força que Rafael e Evandro aplicam, para conseguir mover o caixote são forças que possuem mesma direção e sentido.

Com base nas discussões acima podemos escrever o conceito de somatório de forças que agem em um corpo.

SOMATÓRIO DE FORÇAS

De maneira geral, se várias forças $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ etc. estiverem atuando em um corpo, elas deverão ser somadas vetorialmente, de maneira que possamos saber qual o resultado de todas elas atuando juntas.

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$$

$\sum \vec{F}_{ext}$ é lido como “Somatório das forças externas”.

Agora que você já sabe o que é o somatório de forças e os efeitos que as forças podem provocar em um objeto responda a pergunta abaixo.



Quando um corpo está em repouso, podemos afirmar que não existem forças agindo sobre ele? Justifique sua resposta.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Não. Se o corpo está em repouso, podemos afirmar que a somatória de todas as forças que agem sobre ele é nula, mas não podemos afirmar que não há forças agindo sobre ele.

Podemos então verificar, que quando há mais de uma força agindo em um corpo, devemos trabalhar com o somatório vetorial dessas forças. Quando as forças agirem na mesma direção e no mesmo sentido, teremos a soma algébrica delas, e se agirem na mesma direção, porém em sentidos contrários teremos a subtração das mesmas.

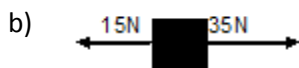
Em nossa proposta de estudos, vamos trabalhar apenas com soma de grandezas vetoriais que possuem a mesma direção, de modo que não devemos nos preocupar, pelo menos por enquanto, em como realizar operações com grandezas vetoriais em situações mais gerais de vetores que não possuam a mesma direção.

Percebemos que as operações com a Grandeza Vetorial Força podem ser utilizadas para qualquer outra grandeza vetorial seja ela Velocidade, Posição, Aceleração, e ainda outras que aprenderemos ao longo do curso de Física.



LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1- Determine o somatório das forças que agem sobre o corpo em cada uma das situações abaixo:
 - a) Duas pessoas puxando um caixote, aplicando forças que atuam na mesma direção e sentido, assim como ocorreu na competição 3 da gincana. A primeira pessoa aplica uma força de 10 N e a segunda uma força de 15 N.
 - b) Dois alunos, na competição 6 da gincana, disputando cabo de guerra. Um puxa a corda para a direita com força de 120 N e a outra puxa a corda para a esquerda com uma força de 150 N.
- 2- Para cada caso abaixo calcule o somatório das forças que atuam sobre o corpo e indique sua direção e sentido.



5- Segunda Lei de Newton

5.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar a 2ª lei de Newton;
- ✓ Perceber a importância e a aplicação dessa lei em nosso dia a dia;

5.2 – Estudo da 2ª lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica

Agora vamos analisar algumas situações ocorridas em nossa gincana, começando pela competição 4. Nela fizemos o lançamento dos foguetes a álcool e a ar. Durante esta competição os grupos tiveram que responder as seguintes perguntas: **“O que faz o foguete ir para frente?”**, **“O que faz a bexiga ir para frente?”** e **“O que poderíamos fazer para os foguetes irem mais longe?”**.

Vamos compartilhar as repostas dadas às perguntas acima. Cada grupo deverá ler sua resposta, ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo.

Escreva suas observações aqui.

Agora analisando melhor o movimento do foguete responda as perguntas que seguem.



Para o foguete se mover é necessário agir alguma força sobre ele? Se sim, diga que força é esta e como ela é aplicada.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Sim. Esta força é a força de reação. No caso do foguete a álcool, quando ocorre a combustão do gás este é expelido para fora da garrafa a empurra para frente devido ao princípio da ação e reação. No caso da bexiga o ar que é expelido por ela a empurra para frente devido também ao princípio da ação e reação.



O que faz o foguete parar?

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

O foguete para devido às forças de atrito que são exercidas sobre ele.

Da análise dessas situações podemos concluir que para que haja mudança de movimento de um corpo é necessária a ação de um somatório de forças não nulo sobre ele.

Analisando agora a competição 7 (Quem vai mais longe?) vemos que um aluno, sentado em um skate, empurrava primeiramente outro aluno sentado em outro skate, media-se a distância percorrida por cada aluno. Posteriormente o mesmo aluno empurrava o outro skate só que desta vez com dois alunos e mediam-se novamente as distâncias percorridas por eles. Analisando esses dados verificamos que quando haviam dois alunos sentados no skate este percorria uma distância menor, ou seja, parava mais rapidamente.



Por que na competição 7 a distância percorrida pelo skate era menor quando haviam dois alunos sentados no mesmo?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Como a massa do skate-alunos era maior a aceleração produzida pelo empurrão era menor, e devido a isso ele percorre uma distância menor. Também há o aumento do atrito, quando aumentados a massa do conjunto skate-alunos e isso também influencia nessa distância percorrida.</p>
-----------------------------------	---

Fazendo agora a análise da competição 3 (Corrida Puxada) observamos uma disputada entre alguns alunos que puxavam um caixote. As perguntas realizadas durante esta competição foram **“Por que é mais difícil puxar o caixote quando há dois alunos dentro deste?”** e **“Por que fica mais fácil puxar o caixote quando dois alunos o puxam juntos?”**

Vamos pensar e compartilhar as repostas dadas às perguntas acima. Cada grupo deverá ler sua resposta, ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo.

<p>Escreva suas observações aqui.</p>

Analisando as repostas da competição 3 sobre as dificuldades encontradas ao puxar o caixote com o outro aluno dentro e relacionando-as com o tempo para chegar ao centro da quadra, complete as frases abaixo, assinalando com “maior” ou “menor”.

Considerando a força constante, quanto maior a massa do caixote _____ o tempo gasto para chegar ao centro da quadra.

Considerando a massa constante, quanto maior a força _____ o tempo gasto para chegar ao centro da quadra.

Como já sabemos a velocidade escalar média de um corpo é a razão entre distância percorrida por ele e o intervalo de tempo gasto neste percurso, ou seja,

$$\text{velocidade escalar média} = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} \quad \text{ou} \quad v = \frac{d}{\Delta t}$$

Mantendo o espaço percorrido constante, se diminuirmos o tempo, aumentamos a velocidade, e se aumentarmos o tempo, diminuimos a velocidade. É o que acontece nesta atividade, veja:

“Quanto maior a massa, maior o tempo, e isso significa que menor é a velocidade do caixote.”

“Quanto maior a força resultante agindo sobre o caixote, menor o tempo gasto, e maior é a velocidade deste.”

Se há variação de velocidade, há aceleração! Lembre-se que aceleração é a variação de velocidade sofrida por um corpo durante certo intervalo de tempo.

$$\text{Aceleração média} = \frac{\text{variação da velocidade}}{\text{intervalo de tempo}} \quad \text{ou} \quad a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Agora vamos fazer alguns experimentos para complementar nossos estudos.



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 5.1, 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.
- ✓ 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.

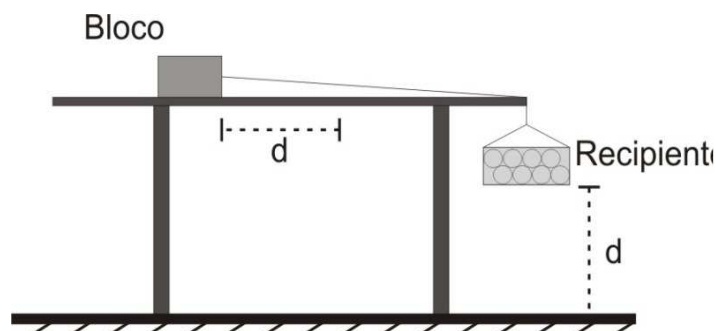

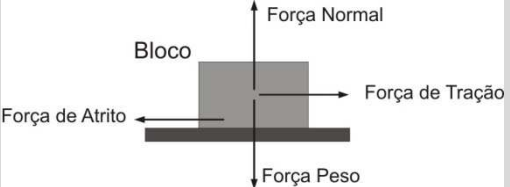


Fig. 5.1: Bloco em movimento arrastado por outro corpo (Recipiente).

- ✓ 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 que o bloco será puxado pelo recipiente com as esferas.
- ✓ 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 style="text-align: center;">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 5.2 representado abaixo.
- ✓ Inclua mais duas esferas no recipiente, leve o bloco até a posição inicial e o abandone. Anote a posição no desenho da Figura 5.2 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.

Bloco



Fig. 5.2: 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.



A partir destas observações, que relação existe entre a quantidade de esferas e a velocidade final do bloco?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<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	$\sum \vec{F}_{ext1}$	$\Delta v_1/\Delta t$	Δx_1
2	4	$\sum \vec{F}_{ext2}$	$\Delta v_2/\Delta t$	Δx_2
3	6	$\sum \vec{F}_{ext3}$	$\Delta v_3/\Delta t$	Δx_3
4	8	$\sum \vec{F}_{ext4}$	$\Delta v_4/\Delta t$	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: $a_4 > a_3 > a_2 > a_1$

? Baseado no experimento, que conclusão este resultado sugere, para a relação entre a Soma das Forças e a Aceleração?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>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.</p> <p>Este resultado concorda com o encontrado anteriormente de que a Soma de Forças é proporcional à aceleração.</p>
-----------------------------------	--

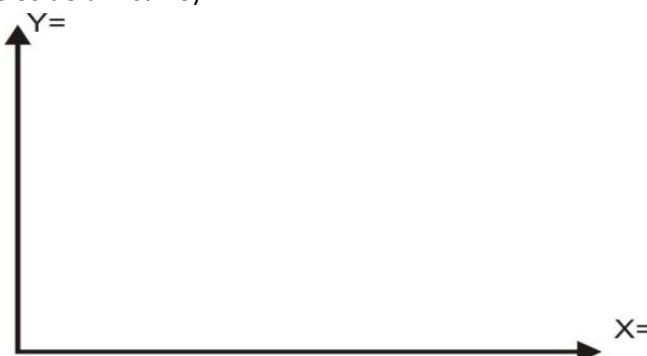
Novamente, podemos observar a relação entre a soma de forças e a aceleração. Ou seja:

$$\sum \vec{F}_{ext} \propto \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{ou ainda} \quad \sum \vec{F}_{ext} \propto a$$

Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) foi um filósofo grego que desenvolveu muitas teorias no campo da Física. Em relação ao movimento dos corpos ele dizia que para que um corpo se mantivesse em movimento, mesmo com velocidade constante, seria 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).

Embora estes dados coletados a partir do experimento sejam qualitativos, eles nos permitem uma representação gráfica para observar a relação entre a **variação da Velocidade em função do Tempo (aceleração)** e a **Soma de Forças** que atuam no bloco.

No espaço ao lado, monte durante a aula um gráfico marcando no eixo vertical a Soma de Forças e no eixo horizontal a aceleração.



Mesmo que não tenhamos coletados valores precisos, é possível verificar em laboratório que a relação entre estas duas variáveis é uma reta.

? Observando o gráfico, você saberia dizer que relação matemática existe entre estas duas variáveis?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Os resultados sugerem que existe uma relação linear entre estas duas variáveis. Ou seja, se a soma de forças que atuam em um corpo aumenta, então a aceleração aumenta e vice-versa.</p>
-----------------------------------	--

Então, olhando novamente para o gráfico, podemos calcular o **coeficiente angular da reta*** que reflete o quanto inclinado ela está em relação ao eixo horizontal. O resultado é:

$$m = \frac{\sum \vec{F}_{ext2} - \sum \vec{F}_{ext1}}{\vec{a}_2 - \vec{a}_1} \quad \text{ou} \quad m = \frac{\sum \vec{F}_{ext}}{\vec{a}}$$

* 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**

Reescrevendo, temos:

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

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**.

? Executando novamente todo o procedimento e fazendo-se o gráfico $\Sigma \vec{F}_{ext}$ em função da aceleração a adquirida, você saberia descrever a diferença para o gráfico obtido inicialmente?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>O novo gráfico teria uma inclinação maior que o primeiro, indicando que a aceleração adquirida é menor do que a do bloco anterior.</p>
-----------------------------------	--

? Agora você seria capaz de responder qual o significado físico de “m”?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>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” significa a massa do corpo.</p>
-----------------------------------	--

A representação gráfica da $\Sigma \vec{F}_{ext}$ em função da aceleração \vec{a} adquirida por cada bloco está mostrada na Figura 5.3. 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.

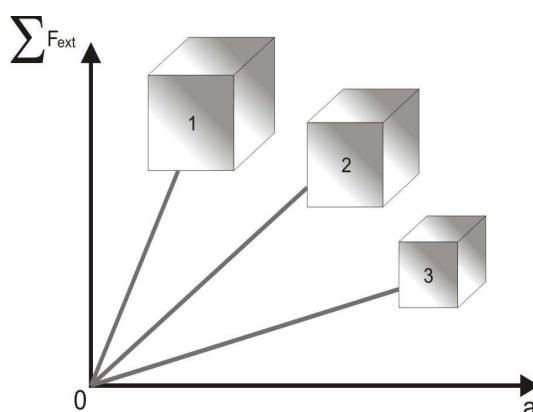


Fig. 5.3: A inclinação do gráfico $\Sigma \vec{F}_{ext} \times a$ representa a massa do corpo.

Podemos então concluir, que um somatório de forças não nulo provoca em um corpo uma determinada aceleração.

RELAÇÃO ENTRE SOMA DE FORÇAS E MOVIMENTO

Se a soma de forças que atuam em um corpo for diferente de zero, então velocidade deste corpo está variando em função do tempo. Matematicamente:

$$\sum \vec{F}_{ext} \propto \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Ou ainda, como a variação da velocidade em função do tempo é, por definição, a **aceleração** do corpo, podemos escrever que:

$$\sum \vec{F}_{ext} \propto \vec{a}$$

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:

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

A segunda lei de Newton ou princípio fundamental da Dinâmica estabelece que a mudança de movimento de um corpo é proporcional à soma das forças que atuam sobre ele. Em outras palavras, falar em mudança de movimento significa se referir à aceleração; assim, se aplicarmos a mesma força em corpos diferentes, produziremos acelerações diferentes.

**LISTA DE EXERCÍCIOS**

- Se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza é de algum modo triplicada, em quanto cresce a aceleração?
- O bloco da Figura 5.4 ao lado possui massa $m = 2,5$ kg. Suponha que ele esteja submetido a duas forças horizontais de intensidades $F_1 = 100$ N e $F_2 = 75$ N. Determine a aceleração adquirida por ele.

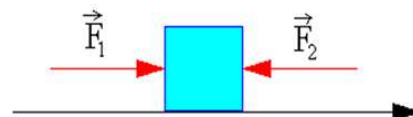


Fig. 5.4: Forças sendo aplicadas em um corpo

- Sobre uma partícula de massa $m = 20$ kg agem quatro forças como indica a Figura 5.5 ao lado. Determine:
 - a intensidade da resultante;
 - a aceleração adquirida pelo corpo;
 - A direção e o sentido do movimento da partícula.

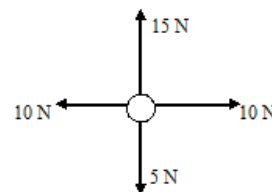


Fig. 5.5: Forças sendo aplicadas

- Caixotes de massas variadas encontram-se sobre uma mesa nivelada e desprovida de atrito como indica a Figura 5.6. Ordene-as em ordem decrescente quanto aos módulos
 - das forças resultantes sobre os caixotes.
 - das acelerações dos caixotes.

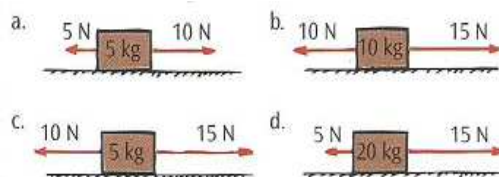


Fig. 5.6: Forças agindo em blocos. Fonte: Física Conceitual, 11ª edição, pág. 63.

6- Atrito e Primeira Lei de Newton

6.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar força de atrito, Inércia e a 1ª lei de Newton;
- ✓ Estabelecer corretamente as relações entre esses conceitos;
- ✓ Perceber a importância e a aplicação desses conceitos no dia a dia.

6.2 – Estudos da força de atrito, inércia e 1ª lei de Newton

A competição 1 da gincana (Empurrão Diferente) consistia em um aluno deitar em um skate e empurrar uma parede com os pés para tentar afastar-se dela, como mostra a Figura 6.1.



Fig. 6.1: Aluno deitado em um skate. Fonte: própria autora.

O aluno que conseguiu ir mais longe venceu prova. Duas das perguntas que você teve que responder foram: **“Mesmo após não ter contato com a parede este aluno continua se movimentando por algum tempo. Explique por que isso acontece?”** e **“O que faz o conjunto aluno-skate diminuir sua velocidade até parar?”**

Vamos compartilhar as repostas dadas às perguntas acima. Cada grupo deverá ler sua resposta, ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo.

Escreva suas observações aqui.

Em nosso dia a dia temos outras situações semelhantes a estas, vamos analisar alguns exemplos.

- ✓ Uma pessoa que ao andar de bicicleta para de pedalar e continua se movimentando por algum tempo.
- ✓ Um carro que também continua em movimento mesmo após o motorista parar de acelerar.

Na maioria das situações que ocorrem em nosso dia a dia desejamos fazer um esforço mínimo para que os corpos percorram determinada distância, como por exemplo, quando estamos em uma bicicleta. Ao ficarmos cansados, paramos um pouco de pedalar, porém queremos que esta continue se movimentando. Uma situação parecida com esta ocorre com o carro. Seria muito bom se simplesmente déssemos uma pedalada inicial e a bicicleta continuasse se movimentando, ou se acelerássemos um carro e ele também continuasse em movimento. Mas, não é isso o que observamos em nosso dia a dia.

Voltando ao exemplo inicial do skate, responda a pergunta que segue.



Como podemos fazer para que o skate percorra uma distância maior, fazendo inicialmente o mesmo esforço?

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

Para aumentar essa distância precisamos diminuir os atritos. Uma das maneiras é manter as engrenagens sempre lubrificadas. Podemos também fazer este experimento em um piso mais liso.

Vamos novamente compartilhar algumas respostas. Cada grupo deverá ler sua resposta, e ao final faremos um momento para debate e considerações.

Vimos nessa atividade realizada na quadra e no pátio, que na quadra a distância percorrida pelo skate foi maior que a percorrida no pátio. Se essa atividade fosse realizada em um piso ainda mais áspero, seria mais difícil para o aluno se movimentar, ou seja, quanto mais lisa for uma superfície, maior é a distância percorrida por um corpo que desliza sobre ela. Portanto se a atividade do skate fosse realizada sobre a lona, a distância percorrida por este, provavelmente seria ainda maior do que a percorrida na quadra, logo dessas situações podemos depreender que quanto mais rugosa é uma superfície, mais difícil é para que um corpo se mantenha em movimento sobre ela e mais rápido este corpo para.

De acordo com a segunda lei de Newton sabemos que um corpo só irá variar sua velocidade se houver um somatório de forças não nulo agindo sobre ele, ou seja, se o somatório de forças que age em um corpo é nulo, este não varia a sua velocidade. Voltando a analisar a competição 1, se a velocidade do skate diminui à medida que ele se afasta da parede, podemos dizer então que há uma força responsável por isso. Mas que força é essa?

Essa força que depende da superfície de contato é chamada de **Força de atrito**. Mesmo quando as superfícies de um corpo parecem perfeitamente lisas, a nível microscópico, é possível observar algumas rugosidades e é devido a elas que se originam as forças de atrito.



USANDO A TECNOLOGIA COM O PROFESSOR...

Utilizando o *applet* mostrado na Figura 6.2 abaixo, faremos uma demonstração de um esquema para representar a movimentação das partículas constituintes de dois corpos ao serem atritados um contra o outro. No caso da figura são dois livros, um de Física e outro de Química (em inglês *Physics* e *Chemistry*).

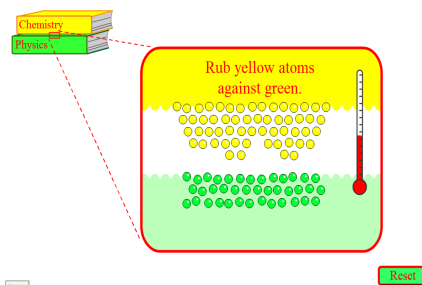


Figura 6.2: Animação que ilustra o que acontece com as moléculas da superfície ao atritarmos os dois objetos.

Como acessar?

Este *applet* pode ser acessado a partir do Link: http://phet.colorado.edu/sims/friction/friction_en.html

Obs: Para executar o *applet* é necessário que você tenha em seu computador o programa "JAVA".

As Figuras 6.3 e 6.4 são exemplos que mostram as rugosidades existentes nas superfícies.



Fig. 6.3: Rugosidades em superfícies. Fonte: http://www.psanticorrosao.com.br/jateamento_abrasivo.html (adaptada)

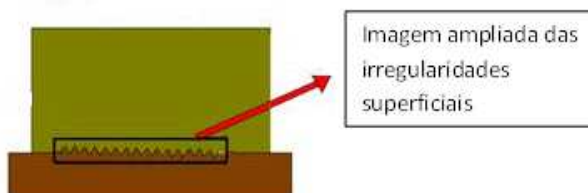


Fig. 6.4: Rugosidades em superfícies. Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/Dinamica11.htm> (adaptada)



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 é abandonada em repouso em plano horizontal.

A Figura 6.5 ao lado mostra um esquema da montagem experimental.



Fig. 6.5: 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.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p style="color: blue;">A esfera não se movimenta. A soma de forças é nula.</p> <div style="text-align: center;"> </div>
-----------------------------------	---

- ✓ Continuando, vamos fazer uma marca ao longo do trilho (parte horizontal) e colocar 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.

Escreva sua resposta aqui.



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?

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

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.

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.

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.

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.



Que relação você estabeleceria entre a soma de forças atuando na esfera e o movimento da esfera?

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.

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!

De todo modo, o que estamos fazendo é mostrar a tendência de ocorrência deste movimento indefinido!

Através dos exemplos das situações anteriores podemos observar que as rugosidades nas superfícies dos corpos causam o atrito entre elas. Quando diminuimos essas rugosidades, diminuimos também este atrito entre tais superfícies. É devido a isso que os corpos que deslizam sobre uma superfície, percorrem distâncias maiores quanto mais lisa ela for. Um exemplo disso é o skate que percorreu uma distância maior na quadra, pois esta é mais lisa (menos rugosa) que o pátio. Se não houvesse o atrito o skate continuaria em movimento, em linha reta, até que alguma força agisse sobre ele de forma a modificar sua velocidade.

Então podemos observar que é devido à força de atrito que o skate, bicicleta e carro diminuem sua velocidade até pararem, ou seja, se não houver atrito os corpos continuariam em movimento sem variar a sua velocidade.

Estes fenômenos que foram discutidos até agora são escritos por Newton da seguinte maneira:

LEI DA INÉRCIA OU 1ª LEI DE NEWTON

“Todo corpo tende a permanecer em repouso, ou em movimento em linha reta e com velocidade constante, a menos que seja obrigado a mudar seu estado de equilíbrio por meio de forças nele aplicadas”.

Podemos então dizer que inércia é a tendência dos corpos de permanecer em seu estado de equilíbrio, ou seja, se está em repouso (equilíbrio estático) o corpo tende a permanecer em repouso e se está em movimento (equilíbrio dinâmico) ele tende a permanecer em movimento em linha reta e com mesma velocidade.

Nas situações do skate, bicicleta e carro, que foram discutidas acima exemplos de aplicação dessa lei.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

R 5.1 Suponha que haja um aluno em cima de um skate parado, se outro aluno empurrar rapidamente este skate o que acontecerá com este aluno?

Resolução:

Se ele não estiver segurando firme o skate ele provavelmente cairá, pois sabemos que ele somente entrará em movimento se agir sobre ele um somatório de forças não nulo (segunda lei de Newton).

R 5.2 Se um aluno estiver em um skate, como mostrado na Figura 6.6 abaixo, em movimento e este for rapidamente parado, o que acontecerá com este aluno?



Fig. 6.6: Menino andando de skate. Fonte: http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas_menu/por_assunto/inercia.htm

Resolução:

Se ele não estiver segurando firme o skate ele provavelmente continuará se movendo e cairá mais à frente, pois sabemos que sua velocidade somente irá variar, de forma a pará-lo, se agir sobre ele um somatório de forças não nulo (segunda lei de Newton). A tirinha a seguir, Figura 6.6, mostra um exemplo dessa situação.

Nas situações apresentadas nos exercícios resolvidos acima tanto da competição quanto do aluno no skate, temos exemplos de um corpo em repouso que tende a permanecer em repouso e de corpo em movimento que tende a permanecer em movimento.

? Dê um exemplo situações que ocorrem em seu dia a dia em que estes mesmos fenômenos são observados, ou seja, exemplos em que podemos perceber que corpos em movimento tendem a permanecer em movimento e que corpos em repouso tendem a permanecer em repouso.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Em um ônibus que é freado bruscamente os passageiros sentem-se como se fossem lançados para frente, pois tendem a permanecer em movimento. Se este ônibus é acelerado rapidamente a pessoa que estava parada sente-se como se fosse lançada para trás, pois tende a permanecer em repouso.</p>
-----------------------------------	--

Na competição 5 (Dança Escorregadia) você teve que responder à pergunta “Por que é difícil dançar sobre uma superfície escorregadia, como é no caso desta competição?” e na competição 6 (Cabo de Guerra) respondeu à pergunta “Por que é mais fácil para as meninas ganharem o cabo de guerra quando os meninos estão sobre a lona?”

? Analisando as atividades realizadas sobre a lona, diga por que o atrito é importante em nosso dia a dia.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Vimos nas atividades realizadas que sem o atrito não conseguimos nos movimentar sobre uma superfície.</p>
-----------------------------------	---



LISTA DE EXERCÍCIOS

- De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), crianças de até 10 anos devem ocupar o banco traseiro do veículo e usar, individualmente, cinto de segurança ou sistema de retenção equivalente.

Explique a função do cinto de segurança de um carro, tendo em vista os resultados das Leis de Newton.



Fig. 6.7: Uso do cinto de segurança. Fonte: <http://sesi.webensino.com.br>

- Explique por que é possível um bloco permanecer em repouso em uma superfície inclinada como a da Figura 6.8.

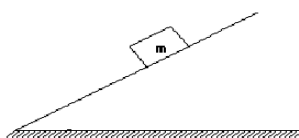


Fig. 6.8: Superfície inclinada. Fonte: <http://www.infoescola.com/fisica/forcas-no-plano-inclinado/exercicios/> (adaptada)

- 3- Observe a Figura 6.9 abaixo. Utilizando os conceitos físicos discutidos acima, explique o que aconteceu com o menino.



Fig. 6.9: Menino sendo puxado. Fonte: Fundamentos da física, 9ª edição, pág. 192

- 4- Observe a Figura 6.10 abaixo. Muitas pessoas realizam este movimento de vai e vem, para cima e para baixo, para retirar o restinho do ketchup no fundo do frasco. Mas qual a ligação entre este movimento e o princípio da Inércia? Explique



Fig. 6.10: Retirando ketchup do frasco. Fonte: <http://professorandrios.blogspot.com.br/2011/10/principio-da-inercia-primeira-lei-de.html>

- 5- Em um jogo de boliche no quintal de uma casa, como mostra a Figura 6.11 abaixo, a bola lançada no piso cimentado rola, rola e para antes de atingir o último pino. Havendo somente mais uma chance de tentar ganhar o jogo, o jogador resolve varrer o chão e lustrar a bola, e calcula que, se lançá-la com a mesma força de antes, na mesma trajetória, conseguirá atingir o último pino. Por que o movimento da bola cessa? Segundo a lei da Inércia, por que a bola para antes de atingir o último pino?

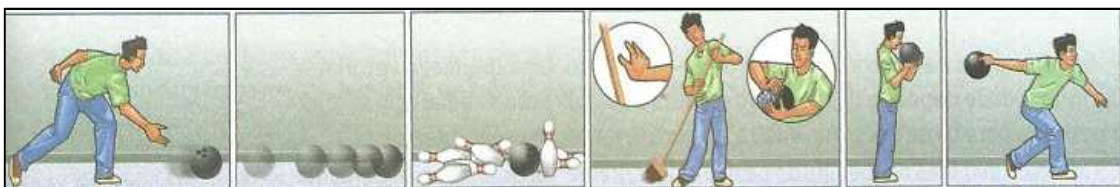


Fig. 6.11: Pessoa jogando boliche. Fonte: Conexões com a Física, 2ª edição, pág. 111.

- 6- Observe a tirinha abaixo.



Fig. 6.11: Zebra freando.

A que princípio físico ela se refere? Explique.

7- Terceira Lei de Newton

7.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar 3ª lei de Newton
- ✓ Perceber a importância e a aplicação dessa lei em nosso dia a dia.

7.2 – Estudo da 3ª lei de Newton – Lei da Ação e Reação

Já vimos que de acordo com a 1ª lei de Newton um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso e para que ele entre em movimento é necessário que uma força resultante não nula aja sobre ele.

Na competição 1 (Empurrão Diferente) você teve que responder à seguinte pergunta: **“Mesmo sendo o aluno quem empurra a parede, esta permanece estática (parada) e é o aluno quem se movimenta. Como você explica esse fato?”**



Qual a força responsável por colocar este aluno em movimento?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>O aluno exerceu uma força de ação na parede e esta exerceu uma força de reação sobre o aluno. Esta força de reação é responsável por colocá-lo em movimento.</p>
-----------------------------------	--

Vamos analisar agora a competição 7 (Quem vai mais Longe?).

Quando os alunos estavam sentados em skates diferentes e um desses alunos empurrou o outro para frente, este aluno que aplicou a força também se deslocou para trás, veja em seus dados sobre a competição as distâncias percorridas por eles.

Isso parece ser ainda mais curioso, pois somente um aluno exerceu força sobre o outro, mas os dois se moveram!



Se somente um aluno exerceu força sobre o outro, como pode os dois entrar em movimento?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <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>
-----------------------------------	--

Antes de prosseguirmos, vamos novamente compartilhar algumas respostas, sobre as perguntas feitas acima. Cada grupo deverá ler sua resposta, ao final faremos um momento para debate e considerações.

Newton realizou observações em situações como essas da pergunta anterior, e verificou que resultados semelhantes são encontrados em quaisquer dois corpos que interagem entre si. Assim, esses 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.

Agora podemos dizer o seguinte: o aluno que estava em cima do skate empurrou a parede pra frente realizando uma ação, e instantaneamente a parede realiza uma reação empurrando este aluno com mesma força, porém em sentido contrário. O mesmo pode ser observado na situação em que um aluno sentado no skate empurra o outro aluno também sentado em outro skate, os dois se movem, pois da mesma forma que ele empurra o outro skate (ação) ele também é empurrado (reação).

Na segunda etapa dessa competição um aluno, sentado em um skate, empurrou o outro skate só que com dois alunos sentados em cima dele. Como anotamos a distância entre esses alunos e a marca central, podemos verificar que, o skate que estava somente com um aluno se deslocou mais que o outro que estava com dois alunos.



Sabendo que a Ação e Reação possuem a mesma intensidade, explique por que o skate que tinha somente um aluno sentado sobre ele se deslocou mais que o outro skate que tinha dois alunos sentados sobre ele.

Escreva sua resposta aqui.

Caso necessário, corrija sua resposta aqui.

Como os skates possuem massas diferentes, essas forças mesmos sendo iguais produzem acelerações diferentes obedecendo à equação $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$.

Na competição 4 (Lançamento de Foguetes) as perguntas realizadas foram: **“O que faz o foguete ir para frente?”**, **“O que faz a bexiga ir para frente?”** e **“O que poderíamos fazer para os foguetes irem mais longe?”**.

Vamos compartilhar as repostas dadas às perguntas acima. Cada grupo deverá ler sua resposta, ao final faremos um momento para debate e considerações. Caso achar necessário, escreva suas observações sobre o debate no espaço abaixo e corrija aqui as suas respostas.

Escreva suas observações aqui.

Agora vamos analisar outra situação que ocorre em nosso dia a dia.

Quando andamos, precisamos do atrito com o solo para conseguir empurrar o chão, se não houver atrito nossos pés simplesmente deslizam e não conseguimos empurrá-lo.

Para conseguirmos nos movimentar precisamos que uma força não nula aja sobre nosso corpo e essa força é resultado da interação com o solo. Quando empurramos o solo para trás ele reage e nos empurra em direção oposta, ou seja, para frente.

Agora podemos analisar melhor as respostas dadas às perguntas **“Por que é difícil dançar sobre uma superfície escorregadia?”** (competição 5) e **“Por que é mais fácil para as meninas ganharem o cabo de guerra quando os meninos estão sobre a lona?”** (competição 6).

Vamos compartilhar as repostas dadas às perguntas acima. Cada grupo deverá ler sua resposta e ao final faremos um momento para debate e considerações.

Observação:

Mesmo que Ação e Reação tenham a mesma intensidade e sentidos opostos elas **Nunca se Anulam**, pois atuam em corpos diferentes!

Na Figura 7.1 abaixo Evandro empurra o caixote exercendo uma ação e a reação é o caixote empurrar o Evandro com mesma força porém, em sentido contrário. Mas então, como Evandro consegue se mover?



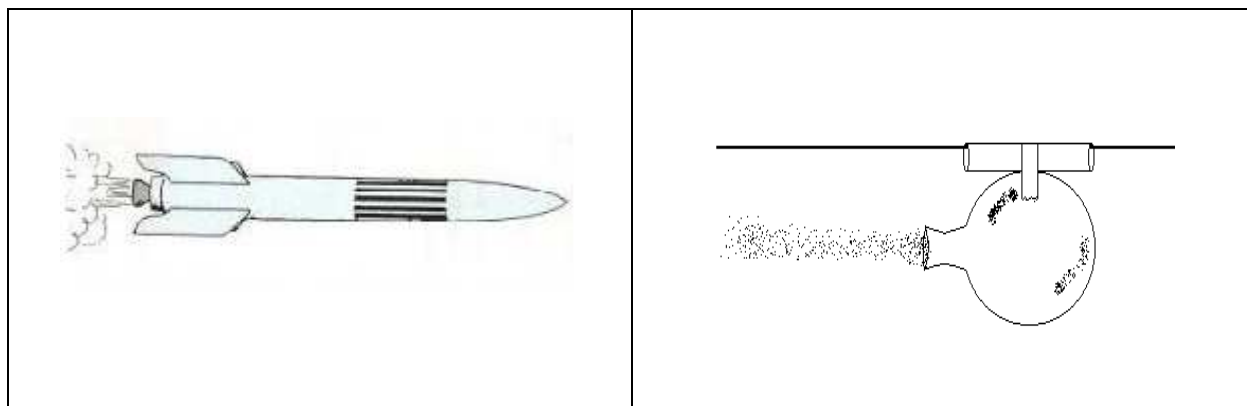
Fig. 7.1: Ação e Reação. Fonte: <http://danielsantos.org/2009/03/22/empurrando-caixas/> (adaptada)

Evandro se move devido à força que ele aplica no chão. Ele empurra o chão para trás (ação) e este o empurra para frente (reação), como mostra a Figura 7.2. Se a força que o chão aplica no Evandro é maior que a força que o caixote aplica nele, ele consegue se mover e mover o caixote, se essa força for menor ele não conseguirá se mover e também não conseguirá mover o caixote.



Fig. 7.2: Ação e Reação. Fonte: <http://danielsantos.org/2009/03/22/empurrando-caixas/> (adaptada)

? Nas situações a seguir desenhe o par de forças Ação e Reação.





LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1- Explique por que as pessoas que andam de skate precisam fazer o movimento representado na, como na Figura 7.3 abaixo.



Fig. 7.3: Pessoa andando de skate. Fonte: <http://esporte.hsw.uol.com.br/skateboarding2.htm>

- 2- Observe a tirinha abaixo. Utilizando as Leis de Newton, explique o que aconteceu com o menino.

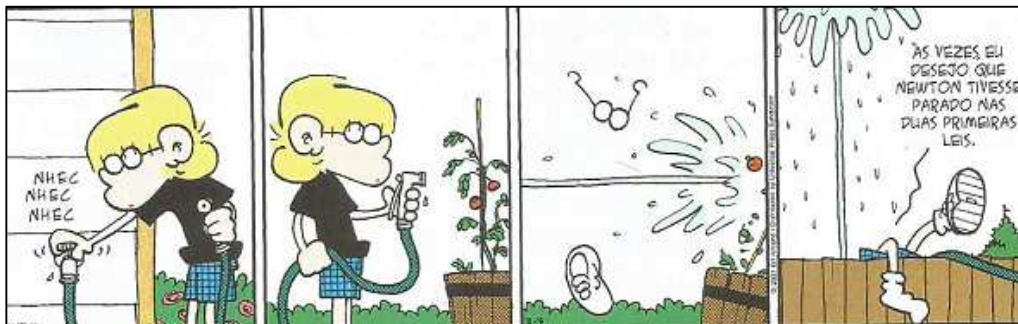


Fig. 7.4: Menino abrindo torneira. Fonte: *Os Fundamentos da Física*, 9ª edição, pág. 201.

- 3- Observe a tirinha abaixo. Quando a Mônica bate no Cebolinha com o Sansão (coelhinho) este também fica machucado. Explique por que isso acontece.



Fig. 7.5: Mônica batendo no Cebolinha. Fonte: http://www.cbpf.br/~eduqa/html/questoes/questoes_mileni.htm

- 4- Do ponto de vista da física, a sequência apresentada na tira abaixo contraria a 3ª lei de Newton. Explique por quê?



Fig. 7.6: Garfield. Fonte: *Conexões com a Física*, 2ª edição, pág. 123.

8- Forças Peso, Tração e Normal

8.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Definir força Peso, força de Tração e força Normal;
- ✓ Verificar a aplicação dessas forças em nosso dia a dia;

8.2 – Atividade Revisional



MÃO NA MASSA...

Atividade em grupo.

Cada grupo deverá exemplificar duas situações, que envolvem as leis de Newton, e que ainda não foram abordadas neste material ou em sala de aula. Ao final, cada grupo irá expor seus exemplos, e faremos um momento para debate sobre eles com a turma.

Escreva aqui seus exemplos sobre a 1ª Lei de Newton.

Escreva aqui seus exemplos sobre a 2ª Lei de Newton.

Escreva aqui seus exemplos sobre a 3ª Lei de Newton.

8.3 – Força de Tração, força Peso e força Normal

A Figura 8.1 abaixo mostra alguns alunos durante a competição 3 da gincana.



Fig. 8.1: Alunos durante a competição 3 da gincana.

Observe que o aluno 1 puxa o caixote através de uma corda. Isso só é possível porque a corda simplesmente transmite a força que o aluno aplica nela para o caixote.

As forças que são exercidas por meio de fios e cordas são denominadas de **Forças de Tração**.



Cite pelo menos duas situações em que a força de tração é utilizada em nosso dia a dia.

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>Podemos citar como exemplo um carro que reboca outro por meio de um fio. Outro exemplo seria o elevador que também é puxado através de cabos.</p>
-----------------------------------	---

Quando puxamos um objeto através de uma corda, estamos na verdade transmitindo força ao longo dessa corda até a extremidade oposta. Podemos dizer que cada pedaço dessa corda sofre uma tração, que pode ser representado por um par de forças iguais e contrárias que atuam no sentido do alongar da corda.

Sabemos que se soltamos um objeto qualquer de uma determinada altura, ele irá cair. Mas se inicialmente este objeto estava em repouso, e começou a cair, então sua velocidade sofre variação, ou seja, podemos dizer que este corpo está sujeito a uma aceleração e a uma força resultante não nula.



Qual a força responsável pela queda dos objetos? Essa força atua em que direção?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, escreva a correção da sua resposta aqui.</p> <p>Os objetos caem, pois existe a força peso que os atrai para o centro da Terra.</p>
-----------------------------------	--

Já sabemos um corpo que sofre variação em sua velocidade está sujeito a uma força resultante não nula. Sabemos também que esta força obedece a equação $\vec{F}r = m \cdot \vec{a}$, logo podemos perceber que o objeto que está caindo próximo à superfície da Terra também está sujeito a uma força que obedece a essa equação.

A Terra aplica uma força nos objetos através de seu campo gravitacional, assim como visto acima que os ímãs também aplicam forças em objetos através de seus campos magnéticos. Esta força aplicada pela Terra sobre os objetos é chamada de força peso, ou seja, o peso de um corpo é força com que a Terra o atrai. De acordo com a segunda lei de Newton, esta força tem a seguinte equação: $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$, onde P é a força peso, m é massa do corpo e g é a aceleração gravitacional. O valor de g varia de um local para outro, mas na superfície da Terra, ao nível do mar seu valor é $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Normalmente aproximamos o valor de g para $10,0 \text{ m/s}^2$. Agora responda à pergunta abaixo.



Qual o seu peso?

Escreva sua resposta aqui.	Caso necessário, corrija sua resposta aqui. <i>Resposta pessoal. A maioria dos alunos irá responder o valor do peso em unidades de massa.</i>
----------------------------	--

Uma situação muito comum em nosso dia a dia é dizermos o valor do peso de um corpo em unidades de massa. Podemos usar como exemplo a pergunta acima. Se você respondeu que seu peso é X ou quilogramas você está errado. Na verdade X quilogramas é a medida da sua massa, ou seja, é a quantidade de matéria de seu corpo. Peso é uma força, logo sua unidade normalmente é dada em Newton. Vamos então, calcular o peso de seu corpo. Utilizaremos como exemplo uma massa de 50 kg, você deverá utilizar a sua massa.

Para o cálculo do peso utilizaremos a equação:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}.$$

Como a massa utilizada neste exemplo é de 50 kg então teremos o seguinte:

$$m = 50 \text{ kg e } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 50 \cdot 10$$

$$P = 500 \text{ N}.$$

A força com que a Terra atrai seu corpo vale 500 N. Se você havia errado a pergunta feita acima, corrija-a colocando seus cálculos também como resposta.

Para finalizar esta seção vamos falar agora da força Normal.

Já vimos que, pela terceira lei de Newton, nós não podemos tocar sem ser tocados, pois para toda ação há uma reação de mesma intensidade mesma direção e sentido oposto. A força normal é força de reação à compressão feita em uma determinada superfície. Veja as Figura 8.2 abaixo.

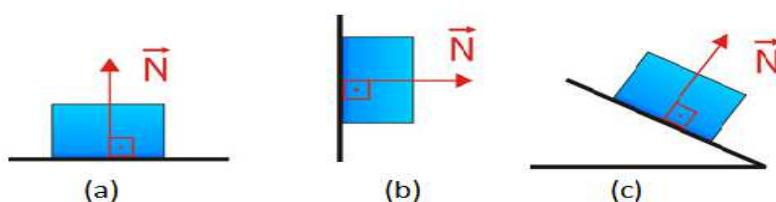


Fig. 8.2: Força Normal. Fonte: http://idelfranio.blogspot.com.br/2010/08/0068-normal-nunca-e-reacao-forca-peso_29.html

Há um caso em particular, que é quando um copo está, em repouso, apoiado em uma superfície horizontal, como mostrado na Figura 8.3. Observe que a mesa sustenta o peso do objeto. A força normal é a reação à compressão feita na mesa. Neste caso a força normal tem o mesmo valor (intensidade) que a força peso, ou seja, se a força peso vale 10 N a força normal também vale 10 N. Mesmo tendo a mesma intensidade e direções opostas essas forças não são um par ação e reação, pois atuam no mesmo corpo. As forças ação e reação NUNCA atuam no mesmo corpo!

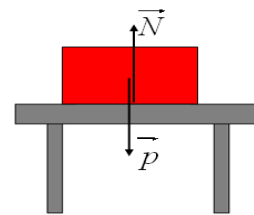


Fig. 8.3: Objeto apoiado em uma superfície.

? Onde é aplicada a reação à força peso?

<p>Escreva sua resposta aqui.</p>	<p>Caso necessário, corrija sua resposta aqui.</p> <p>A reação à força peso é aplicada no centro da Terra.</p>
-----------------------------------	--

Para finalizar vamos discutir a pergunta acima e após essa discussão você deverá resolver os exercícios que seguem abaixo.



LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1- Quando uma sucata de carro é esmagada até tornar-se um cubo compacto, sua massa muda? E seu peso? Explique.
- 2- Por que o peso de um objeto pode variar de um local para outro?
- 3- O que acontece com seu peso quando sua massa aumenta em 2 kg?
- 4- Mais precisamente, uma pessoa fazendo uma dieta perde massa ou perde peso?
- 5- Leia atentamente os quadrinhos a seguir.



A forma encontrada por Garfield para perder peso é:

- a) correta, uma vez que, em um planeta de gravidade menor, seu peso será realmente menor, porém com a mesma massa.
- b) errada, pois em um planeta de gravidade menor sua massa será maior, porém com o mesmo peso.
- c) correta, pois em um planeta de gravidade menor sua massa será menor, porém seu peso será maior.
- d) correta, pois em um planeta de gravidade menor sua massa e seu peso serão maiores.

9- Revisão

9.1 – Objetivos desta Seção

Ao final desta seção, você deverá ser capaz de:

- ✓ Associar os conhecimentos físicos aprendidos até aqui com novas situações do seu dia a dia;
- ✓ Interpretar corretamente essas situações, sendo capaz de solucionar novos problemas surgidos.

Para iniciarmos esta seção, faremos uma leitura do texto abaixo. Esta leitura deverá ser feita por toda a turma, podemos dividi-la fazendo com que cada aluno leia, em voz alta, um parágrafo do mesmo.

Aristóteles Explica o Movimento

Mais de 2000 anos atrás, os cientistas da Grécia antiga estavam familiarizados com algumas ideias que estudamos hoje. Tinham um bom entendimento de algumas propriedades da luz, mas eram confusos sobre o movimento. Um dos primeiros a estudar seriamente o movimento foi Aristóteles, o mais proeminente filósofo-cientista da Grécia antiga. Aristóteles tentou explicar o movimento classificando-o.

Aristóteles dividiu o movimento em duas grandes classes: a do movimento natural e a do movimento violento. Vamos considerar brevemente cada uma delas, não como um material de estudo, mas apenas como um pano de fundo para introduzir as ideias sobre movimento.

Aristóteles afirmava que o movimento natural decorre da “natureza” de um objeto, dependendo de qual combinação dos quatro elementos, terra, água, ar e fogo, ele fosse feito. Para ele, cada objeto no universo tem seu lugar apropriado, determinado pela sua “natureza”; qualquer objeto que não esteja em seu lugar apropriado se “esforçará” para alcançá-lo. Por ser de terra, um pedaço de barro não devidamente apoiado cai ao chão. Por ser de ar, uma baforada de fumaça apropriadamente sobe; sendo uma mistura de terra e ar, mas predominantemente terra, uma pena apropriadamente cai ao chão mas não tão rápido quanto um pedaço de barro. Ele afirmava que um objeto mais pesado deveria esforçar-se mais fortemente. Portanto, argumentava Aristóteles, os objetos deveriam cair com rapidez proporcional a seus pesos: quanto mais pesado fosse o objeto, mais rápido deveria cair.

O movimento natural poderia ser diretamente para cima ou para baixo, no caso de todas as coisas na Terra, ou poderia ser circular, no caso dos objetos celestes. Ao contrário do movimento para cima e para baixo, o movimento circular não possuía começo ou fim, repetindo-se sem desvio. Aristóteles acreditava que leis diferentes aplicavam-se aos céus, e afirmava que os corpos celestes são esferas perfeitas, formados por uma substância perfeita e imutável, que ele denominou quintessência. (O único objeto celeste com alguma alteração detectável em sua superfície era a Lua. Ainda sob o domínio de Aristóteles, os Cristãos medievais explicavam isso, dizendo que a Lua era um pouco contaminada pela Terra, dada sua proximidade desta).

O movimento violento, a outra classe de movimentos segundo Aristóteles, resultava de forças que puxavam ou empurravam. O movimento violento era o movimento imposto. Uma pessoa empurrando um carro de mão ou sustentando um objeto pesado impunha movimento, como faz alguém quando atira uma pedra ou vence um cabo de guerra. O vento impõe movimento aos navios. Enchentes impunham-no a enormes rochas e a troncos de árvores. O fato essencial sobre o movimento violento é que ele tinha uma causa externa e era comunicado aos objetos; eles se moviam não por si mesmos, nem por sua “natureza”, mas por causa de empurrões e puxões.

O conceito de movimento violento enfrentava suas dificuldades, pois os empurrões e puxões responsáveis por ele nem sempre eram evidentes. Por exemplo, a corda de um arco move uma flecha até que esta tenha deixado o arco; depois disso, uma explicação adicional do movimento posterior da flecha parecia requerer algum outro agente propulsor. Assim, Aristóteles imaginou que o ar expulso do caminho da flecha em movimento originava um efeito de compressão sobre a parte traseira da flecha, quando o ar investisse para trás, a fim de evitar a formação de um vácuo. A flecha era propelida pelo ar como um sabonete é propelido na banheira quando se aperta uma de suas extremidades.

Para resumir, Aristóteles pensava que todos os movimentos ocorressem devido à natureza do objeto movido ou devido a empurrões e puxões mantidos. Uma vez que o objeto se encontra em seu lugar apropriado, ele não mais se moverá a não ser que seja obrigado por uma força. Com exceção dos corpos celestes, o estado normal é o de repouso.

As afirmações de Aristóteles a respeito do movimento constituíram um início do pensamento científico, e embora ele não as considerasse como palavras finais sobre o assunto, seus seguidores encararam-nas como além de qualquer questionamento por quase 2000 anos. A noção, segundo a qual o estado normal de um objeto é o de repouso, estava implícita no pensamento antigo, medieval e do início do Renascimento. Uma vez que era evidente à maioria dos pensadores até o século dezesseis que a Terra ocupava seu lugar apropriado, e desde que era inconcebível uma força capaz de mover a Terra, parecia completamente claro que a Terra realmente não se movesse.

Paul G. Hewitt. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 11ª edição, 2011, p. 19.

Aristóteles afirmava que para existir movimento era necessária a presença de força; daí concluiu que, na ausência de forças, os corpos parariam.

? Indique duas situações do cotidiano nas quais Aristóteles parece estar certo. Como você explica cada uma dessas situações segundo a 1ª lei de Newton?

Escreva sua resposta aqui.	Caso necessário, corrija sua resposta aqui.
----------------------------	---

? Sobre uma superfície revestida de feltro de uma mesa de bilhar, vê-se uma bola que está rolando cada vez mais lentamente até parar. Como Aristóteles interpretaria o movimento retardado da bola? Como a lei da Inércia a interpreta?

Escreva sua resposta aqui.	Caso necessário, corrija sua resposta aqui.
----------------------------	---

Vamos agora compartilhar as respostas dadas às perguntas acima. Após a leitura das mesmas, faremos um momento para debate e considerações sobre as respostas e também sobre o texto.



LISTA DE EXERCÍCIOS

- Um regador rotativo, utilizado na irrigação de um jardim, é constituído de tubos capazes de girar em torno de um eixo, observe a Figura 9.1 ao lado. A água entra pelo centro do conjunto. Em que sentido (horário ou anti-horário) o regador gira, em relação ao observador *O*? Explique.

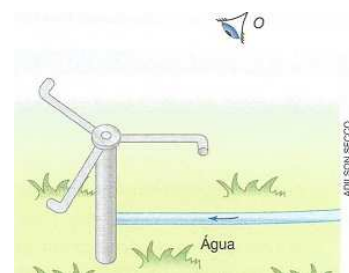
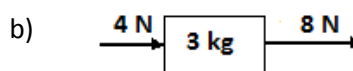
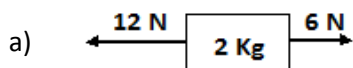


Fig. 9.1: Regador. Fonte: Física Ciência e Tecnologia, 2ª edição, p. 117.

2- Calcule para cada caso mostrado abaixo, a aceleração adquirida pelo corpo.



3- Observe a figura 9.2 mostrada ao lado. Um menino chuta uma bola, exercendo sobre ela uma força de 50 N.

- a) Quanto vale a reação desta força?
- b) Qual o corpo que exerce essa reação?
- c) Onde está aplicada esta reação?



Fig. 9.2: Bola recebendo chute. Fonte: Curso de Física, 1ª edição, p. 119.

4- Observe a figura abaixo. Quando o papel é rapidamente removido, o corpo não acompanha o movimento do papel e cai dentro do copo. Comente por que isso acontece.



Fig. 9.3: Dado caindo em copo. Fonte: Os Fundamentos da Física, 9ª edição, p. 193.

5- Um carro pequeno colide com um grande caminhão carregado.

- a) Nessa interação, a força que o carro exerce no caminhão é maior, menor do que a força que o caminhão exerce no carro ou igual a essa força?
- b) Por que o carro, normalmente, sofre mais danos que o caminhão?

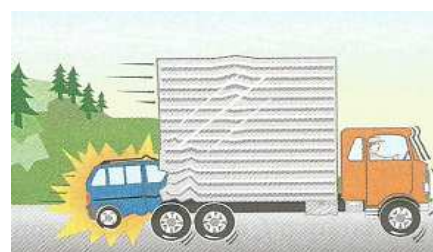


Fig. 9.3: Carro colidindo em caminhão. Fonte: Curso de Física, 1ª edição, pág. 119.

6- Se o nosso colega da figura a seguir estiver se movimentando com uma velocidade constante, o que podemos dizer sobre a força resultante que está agindo sobre ele?



Fig. 9.4: Menino em skate.

7- Quando você esfrega suas mãos uma contra outra, você empurra mais forte com uma do que com a outra? Justifique.

- 8- É possível fazer uma curva na ausência de uma força? Justifique sua resposta.
- 9- Para se preparar melhor fisicamente, alguns atletas correm com paraquedas presos à cintura, como mostrado nas figuras abaixo. Quais forças agem sobre o paraquedas? Explique, utilizando conceitos físicos, como é a ação destes paraquedas sobre os atletas.



Fig. 9.5: Menino em skate. Fonte: <http://www.esportesul.com/2014/01/22/com-auxilio-de-paraquedas-grupo-esmeraldino-realiza-treinamento-de-forca-especifico-nesta-quarta-feira/>

