

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Carla Caroline Souza Costa

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O ESTUDO DA FÍSICA NA  
PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO**

Orientador:  
Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho

Maceió-AL  
Fevereiro/2020

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



## **UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDICÍPLINAR SOBRE O ESTUDO DA FÍSICA NA PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO**

Carla Caroline Souza Costa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho

Maceió-AL  
Fevereiro/2020

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

- C837s Costa, Carla Caroline Souza.  
Uma sequência didática interdisciplinar sobre o estudo da física na prevenção dos acidentes de trânsito / Carla Caroline Souza Costa. – 2020.  
124 f. : il. color.
- Orientador: Jenner Barretto Bastos Filho.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Física. Maceió, 2021.  
Inclui produto educacional.
- Bibliografia: f. 84-85.  
Apêndices: f. 87-124.
1. Físicas - Estudo e ensino. 2. Acidentes de trânsito - Física. 3. Acidentes – Prevenção. I. Título.

CDU:372.853



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE FÍSICA

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL

Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/NP.

Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil

Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;

Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267



**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE  
DISSERTAÇÃO DE Mestrado**

**“UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR SOBRE O ESTUDO DA FÍSICA  
NA PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO”.**

por

*Carla Caroline Souza Costa*

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Jenner Barretto Bastos Filho (orientador), do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr. Antônio José Ornellas Farias, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr. Tiago Nery Ribeiro, do Departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe – MNPEF/UFS – Polo 11 e Dra. Maria Socorro Seixas Pereira, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas consideram a candidata **aprovada**.

Maceió/AL, 17 de março de 2020.

Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho

Prof. Dr. Antônio José Ornellas Farias

Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro

Prof.ª. Dra. Maria Socorro Seixas Pereira

À Deus, aos meus pais e ao meu irmão. Minha base e em quem  
eu deposito todo o meu amor e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por todas as coisas.

À minha família, meus tios(as), primos, avós maternos e paternos, por sempre demonstrarem cuidado.

A minha mãe Zelma, por todo amor e cuidado.

Ao meu pai Carlos, que mesmo em silêncio denotava seu orgulho.

Ao meu irmão Bruno, pela compreensão e vontade de ajudar sempre que possível, por sua vontade e gosto em sempre servir.

Aos meus amigos conquistados na Universidade.

Aos meus alunos que trouxeram mais sentido à minha vida.

Aos meus professores da graduação e pós-graduação, que tanto contribuíram para a minha formação.

Ao meu professor e orientador Jenner Barretto, que muito contribuiu para que minha graduação e pós-graduação valessem mais a pena. Agradeço a paciência e persistência nesta orientação.

E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001, pelo apoio na realização deste trabalho.

Tu, ó Senhor Deus, és tudo o que tenho. O meu futuro está em Tuas mãos. Tu diriges a minha vida. (Salmos 16:5)

## RESUMO

Diante das concepções obtidas mediante o ensino de Ciências e ensino de Física, tendo por embasamento as orientações educacionais apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), este trabalho apresenta um projeto de ensino a partir do estudo da Física na prevenção dos acidentes no trânsito. Todo o projeto foi fundamentalmente desenvolvido tendo por embasamento um ensino pautado no desenvolvimento de habilidades e competências, possibilitando aos alunos atuarem como protagonistas do próprio aprendizado. O projeto foi aplicado com uma turma do 1º ano do ensino médio de uma escola do município de Boca da Mata, Alagoas. A coleta de dados da pesquisa foi feita a partir da aplicação dos módulos, das observações feitas pela professora e das atividades desenvolvidas durante a aplicação da sequência didática produzida como produto deste trabalho. Todos os procedimentos foram realizados buscando esboçar uma resposta para a questão: Seria possível fazer com que alunos de primeiro ano compreendam que é plausível associar a Física à prevenção de acidentes no trânsito? A pesquisa que resultou neste ensaio é uma continuidade de uma série de discussões que visam esclarecer o papel do professor de Física no ensino médio, servindo como suporte para futuras pesquisas a serem desenvolvidas na área.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Física e trânsito. Trânsito. Prevenção de acidentes.

## **ABSTRACT**

From many different views obtained by the teaching of Science and Physics and considering as a basis the educational guidelines set by the National Curriculum Parameters (PCN), this paper talks about an educational project on the study of physics in the prevention of traffic accidents. The entire project was developed by teaching skills with aim of help students learning for themselves. The project was developed in one 1nd year high school classes at a school in Boca da Mata City, Alagoas. The research data collection was made from the application of the modules, the observations made by the teacher and the activities developed during the application of the didactic sequence produced as a product of this work. All procedures were conducted to think over an answer to the question: Would it be possible for first graders to understand that it is plausible to associate physics with traffic accident prevention? The research, resulted in this paper, is a continuation of discussions aimed to comprehend the role of the professor of physics in high school and serves as support to foment further research in the area.

**Keywords:** Physics Teaching. Physics and traffic. Traffic. Accidents prevention.

## SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução .....	12
Capítulo 2 – Revisão de estudos relacionados.....	14
2.1 Por que escrever sobre Física e a prevenção de acidentes no trânsito?.....	15
2.2 Por que falar sobre habilidades e competências para ensinar e aprender na contemporaneidade .....	15
Capítulo 3 – O conteúdo de Física.....	19
3.1 Medidas e grandezas.....	19
3.1.1 A medição na Física .....	19
3.1.2 Unidades do SI .....	19
3.1.3 Comprimento.....	20
3.1.4 Tempo.....	20
3.1.5 Massa.....	20
3.2 Velocidade.....	20
3.2.1 Velocidade Média.....	21
3.2.2 Velocidade Instantânea.....	21
3.3 Aceleração.....	21
3.4 Vetores.....	21
3.4.1 Grandezas Escalares e Vetoriais.....	22
3.4.2 Soma Geométrica de Vetores.....	22
3.4.3 Decomposição Vetorial .....	22
3.4.4 Módulo e Orientação de um Vetor .....	22
3.4.5 Notação com Vetores Unitários.....	23
3.4.6 Soma de Vetores na Forma de Componentes.....	23
3.4.7 Produto de um Escalar por um Vetor.....	23
3.4.8 O Produto Escalar.....	23
3.4.9 O Produto Vetorial .....	23
3.5 Movimento Retilíneo Uniforme .....	24
3.6 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.....	24
3.7 Movimento Relativo em Uma Dimensão .....	26
3.8 Força.....	27
3.8.1 Força Peso .....	27
3.8.2 Força Normal.....	27

3.8.3 Força de Atrito.....	28
3.9 Leis de Newton.....	29
3.9.1 Primeira Lei de Newton.....	30
3.9.2 Segunda Lei de Newton.....	30
3.9.3 Terceira Lei de Newton .....	31
3.10 Impulso de Uma Força .....	31
3.11 Momento Linear e Sua Variação .....	31
3.11.1 Relação entre impulso e variação do momento linear .....	32
3.12 Energias .....	33
Capítulo 4 – Descrição das atividades realizadas.....	34
4.1 Sequência Didática .....	34
4.2 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.....	36
4.3 Construção e descrição da Aplicação do Produto .....	38
4.4 Módulo 1 .....	39
4.5 Módulo 2 .....	44
4.6 Módulo 3 .....	47
4.7 Módulo 4 .....	49
4.8 Módulo 5 – PARTE 1 .....	51
4.9 Módulo 5 – PARTE 2.....	54
4.10 Módulo 6 .....	55
4.11 Módulo 7 .....	57
4.12 Módulo 8 .....	59
Capítulo 5 – Resultados.....	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
APÊNDICES .....	88

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

Uma das discussões que tem aparecido frequentemente em estudos voltados para a área de ensino de ciências diz respeito ao distanciamento cada vez maior do aluno ocasionado pela falta de motivação destes, para quem a disciplina estudada parece muito distante do cotidiano, uma vez que, o ensino atualmente praticado nas escolas está longe de possibilitar ao aluno uma reflexão sobre o processo de construção do conhecimento científico (SENRA & BRAGA, 2003).

A falta de relação com seu cotidiano faz com que o aluno não veja real significado nos conhecimentos obtidos na escola e por isso, não se sentem motivados e não buscam soluções para os problemas apresentados (NEHRING *et. al.*, 2002). Lamentavelmente, os alunos parecem não perceber a existência de uma relação entre o que aprendem na sala de aula com as situações que os cercam fora dela. O conteúdo escolar, independente da área de estudo, parece está cada vez mais vinculado à realização de provas e resolução de exercícios.

Por isso, pode-se supor que a falta de motivação dos alunos em Física advinha do método de ensino utilizado pelo professor, que de acordo com os PCN<sup>1</sup> (Parâmetros Curriculares Nacionais) é realizado de forma desarticulada, com a apresentação de conceitos, fórmulas e leis de maneira que se distanciam do mundo dos alunos e professores e ainda são vazios de significados (BRASIL, 2002).

Neste contexto, é necessário que haja um trabalho conjunto entre professores e a escola, uma vez que esta apresenta um papel importante na construção do conhecimento. Além disso, trata-se do local onde os fenômenos sociais observados no cotidiano são trabalhados e analisados nas diferentes disciplinas em que os alunos estão sujeitos.

Para tanto, sabemos que não há uma fórmula pronta que indique como e o que precisa ser feito. “Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo” (BRASIL, 2002). Mas, mesmo conhecendo que não há uma fórmula pronta que indique a resposta direta do que deve ser feito,

---

<sup>1</sup> Disponível em [portal.mec.gov.br](http://portal.mec.gov.br)

entendemos que se trabalhada corretamente, é possível direcionar a educação desejada de maneira que se alcance o conhecimento significativo.

Neste contexto, uma das maneiras de enfrentarmos essa problematização especificamente com a Física, seria através “da elaboração de projetos que levem aos alunos conhecimentos físicos *escondidos* (grifo do autor) por trás de conteúdos que são de interesse deles ou que façam parte do seu cotidiano” (ROEDERER, 2002; ROSSING, 1990 *apud*. CAVALCANTE, *et al.* 2014).

Visando a educação como parte aditiva na construção do conhecimento científico dos alunos, foi criada esta sequência didática de ensino em que os agentes participantes atuassem como questionadores e solucionadores de um problema científico, de maneira que o conhecimento obtido pudesse ser aplicado. Este problema consistiu na compreensão da relação existente entre o estudo da Física e a prevenção dos acidentes de trânsito.

Desta forma, este trabalho foi organizado em capítulos que melhor exemplificassem a questão de ensino analisada, os objetivos almejados e o processo de desenvolvimento do projeto.

## **CAPÍTULO 2**

### **REVISÃO DE ESTUDOS RELACIONADOS**

#### **2.1 POR QUE ESCREVER SOBRE FÍSICA E A PREVENÇÃO DE ACIDENTES NO TRÂNSITO?**

A escolha do tema da Física do Trânsito bem como a necessidade de enfatizar a sua importância enquanto disciplina física, como também de sua transversalidade enquanto tema que favorece a cidadania e a solidariedade entre as pessoas, revela-se como altamente oportuno.

Um exemplo corriqueiro dessa alta relevância pode ser explicitado logo de antemão. Vemos, não raramente, pessoas emitirem pareceres sobre a segurança para os ocupantes de um carro como aqueles segundo os quais a recomendação do uso de cinto de segurança apenas valeria para os passageiros que viajam no banco da frente e que os passageiros do banco traseiro não precisariam usá-lo.

Efetivamente, para quem estudou física de Galileu e Newton sabe perfeitamente que em uma freada repentina tanto os passageiros da frente quanto os passageiros do banco de trás continuam na tendência da persistência do movimento e se não estiverem devidamente protegidos isso tudo pode representar perigo tanto para si próprios quanto para os demais ocupantes do veículo. Logo, apresentar uma recomendação diferente para os dois tipos de passageiros não passa de um mito.

A importância de tratar sobre a utilização de equipamentos de segurança no trânsito, torna-se relevante ainda uma vez que, segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde) acidentes de trânsito são a segunda maior causa de mortes de jovens no Brasil, entre a faixa etária de 15 a 19 anos. A própria OMS sugere que a implantação de políticas públicas pode ter grandes impactos nas estatísticas. Como por exemplo, a implementação de campanhas de conscientização pelo uso do cinto de segurança.

Com o produto educacional desenvolvido, foi possível apresentar na escola uma campanha de conscientização pelo uso do cinto de segurança vinculada ao maio amarelo, que é uma campanha que tem por objetivo chamar a atenção da sociedade para o alto índice de mortes e feridos no trânsito.

## **2.2 POR QUE FALAR SOBRE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS PARA ENSINAR E APRENDER NA CONTEMPORANEIDADE?**

O atual ensino privilegia a utilização de fórmulas em situações artificiais, sem prática e exemplos concretos, com a repetição de exercícios matemáticos e utilização de fórmulas desvinculando a linguagem matemática com o significado físico efetivo do objeto e/ou situação observada e desta forma, a física enquanto disciplina, continua sendo apresentada como um fruto acabado e observada somente por grandes gênios, contribuindo para que o aluno entenda que não há mais nenhum problema para ser resolvido e que nada podem fazer. (BRASIL, 2002) Não há diálogos construtivos que possibilitem a construção de uma aprendizagem significativa que possibilitem a aproximação dos alunos com suas realidades.

Para tanto, visando amenizar este problema, não se trata da elaboração de novos tópicos de conteúdo, mas em possibilitar o contato com a Física no cotidiano, apresentando-a com outras dimensões, promovendo assim, um conhecimento contextualizado à vida de cada jovem.

Trazer uma contextualização da Física abordada em sala de aula com a realidade do aluno se traduz no desenvolvimento de habilidades relacionadas à investigação, tendo como ponto de partida a identificação de problemas a serem resolvidos. Investigar neste sentido significa desenvolver habilidades para a resolução destes problemas. Estas habilidades à medida que se desenvolvem tendo por referência o mundo real possibilitam a articulação com outras áreas do conhecimento, (BRASIL, 2002) contribuindo assim com a construção do conhecimento contextualizado.

Mas, afinal, o que são habilidades e por que tratar delas?

O conceito de habilidade varia de autor para autor, mas em geral as habilidades são consideradas como algo menos geral do que as competências. Basicamente, uma competência pode abranger várias habilidades. (GARCIA, 2005) Por exemplo, uma pessoa pode ter boa expressão oral (considerando esta uma boa habilidade), seja um professor, um radialista, advogado, político, etc. Todos estes se utilizam desta boa habilidade para melhor desenvolverem suas competências, ou seja, lecionar, informar, convencer, etc.

Neste exemplo, a mesma habilidade foi utilizada no desenvolvimento de diversas competências (GARCIA, 2005). Por isso, se afirma que uma competência pode abranger várias habilidades ou que uma habilidade pode estar relacionada a várias

competências.

No mesmo sentido, se encontram as habilidades e competências desenvolvidas no ensino de Física. Para observação e resolução de problemas apresentados aos alunos, antes é necessário que estes desenvolvam habilidades que os permitam compreender a situação problema, contribuindo assim no desenvolvimento de competências que os direcionem para a resolução do problema.

Por exemplo, para que o aluno compreenda os gastos da “conta de luz”, antes é necessário que este compreenda os fatores que podem contribuir com o gasto excessivo de energia, tais como o uso irregular de aparelhos elétricos de alta potência (forno elétrico, chuveiro elétrico, ferro elétrico, etc.), para então solucionar o problema, que neste caso consistiria também na redução do uso destes aparelhos.

Do ponto de vista mais prático, o aluno desenvolver habilidades e competências mediante auxílio do professor significa dizer que é necessário que os alunos descubram seus próprios caminhos, uma vez que quanto mais prontos chegarem os conteúdos aos alunos, menos estarão eles desenvolvendo a própria capacidade de buscar conhecimento (GARCIA, 2005).

Neste sentido, Garcia (2005) afirma ainda que:

[...] O professor tem que reconhecer, isso sim, que o ensino não pode mais centrar-se na transmissão de conteúdos conceituais. Ele passa a ser um facilitador do desenvolvimento, pelos alunos, de habilidades e competências.

Em suma, a competência só pode ser constituída com a prática. Não é só o saber, mas o saber fazer. Aprende-se fazendo, numa situação que requeira esse saber determinado. Esse princípio é crucial para a educação, uma vez que se o objetivo é de fato desenvolver competências nos alunos, os professores precisam estar dispostos a ir além do ensino por memorização de conceitos, com situações fora de contexto. É preciso que os alunos entendam para que serve o conhecimento, quando e como aplicá-lo. Isso é competência (MELLO, 2003).

Para Perrenoud (2000), para desenvolver competências é preciso, antes de tudo, trabalhar por resolução de problemas, propor tarefas complexas e desafios que incitem os alunos a mobilizar seus conhecimentos. Isso pressupõe uma pedagogia ativa, cooperativa, aberta para a cidade ou para o bairro, seja zona rural ou urbana. Os professores precisam parar de pensar que dar o curso com a disciplina para a qual se formou é o cerne de sua profissão.

Logo, aqui se encontra o impasse: Como levar professores habituados a cumprir rotinas, a repensar sua profissão? Eles não desenvolverão competências se não se perceberem como organizadores de situações didáticas e de atividades que tenham sentido para os alunos, envolvendo-os e ao mesmo tempo, gerando aprendizagens fundamentais.

Ao ser questionado sobre quais são as qualidades profissionais que o professor deve ter para ajudar os alunos a desenvolver competências, Perrenoud lembrou que antes de ter competências técnicas, o professor deveria ser capaz de identificar e de valorizar suas próprias competências, dentro de sua profissão e de outras práticas sociais. Para tanto, é necessário que haja um trabalho sobre sua relação com o saber.

O principal recurso do professor é a postura reflexiva, sua capacidade de observar, de regular, de inovar, de aprender com os outros, com os alunos, com a experiência.

Quanto aos alunos, quais seriam então as competências a serem desenvolvidas por eles ao terminar a Educação Básica?

Também Perrenoud nos responde quando diz que essa é uma escolha da sociedade, que deve ser baseada em conhecimentos amplos e atualizados das práticas sociais. Não basta, por exemplo, nomear uma comissão de redação para se elaborar um conjunto de competências.

Apresentar competências e habilidades para os estudantes seguirem com o intuito de se alcançar uma boa nota é mascarar a realidade de um ensino pautado em dados quantitativos e não qualitativos. É o mesmo de alterar uma competência denominada de “Ensinar o teorema de Pitágoras” para “Servir-se do teorema de Pitágoras para resolver problemas de geometria”. Isso é maquiagem! A descrição de competências deve partir da análise de situações, da ação, e disso derivar conhecimentos.

Os países que querem ir rápido demais se lançam no processo de elaboração de programas sem dedicar tempo à observação das práticas sociais, sem identificar situações com as quais as pessoas são e serão verdadeiramente confrontadas. Afinal, o que sabemos das competências que precisam um desempregado, um imigrante, um portador de deficiência, uma mãe solteira ou um jovem da periferia?

Desta maneira, este trabalho buscou desenvolver atividades que permitissem ao aluno uma maior aproximação da Física estudada em sala de aula com a Física do cotidiano, tendo por embasamento o desenvolvimento de habilidades e competências

necessárias para que o aluno observasse a situação-problema identificando os fatores que contribuíssem para o desenvolvimento da situação, além de apresentar soluções para o problema observado.

Por isso, com o intuito de criar um ambiente em que a atividade apresentada fosse comum à boa parte dos alunos envolvidos, o produto educacional desenvolvido, que será apresentado no capítulo quatro deste trabalho, diz respeito à física na prevenção dos acidentes de trânsito e tem por objetivos específicos:

- Discutir o conceito de força, em termos da alteração no estado de movimento, ou repouso, de um corpo;
- Reconhecer que os movimentos são causados por interações;
- Discutir o conceito de força resultante;
- Apresentar uma visão geral sobre as leis de Newton;
- Reconhecer as forças, suas especificidades e influências no cotidiano;
- Auxiliar os alunos no processo de análise do movimento de diferentes corpos a partir das leis de Newton, vinculadas principalmente à segurança no trânsito;
- Conscientizar sobre a importância da utilização de dispositivos de segurança no trânsito;
- Apresentar situações-problemas que estimulem a postura reflexiva dos alunos.

## **CAPÍTULO 3**

### **CONTEÚDO DE FÍSICA**

O presente trabalho se constrói dentro do estudo da Mecânica, uma das grandes áreas da Física estudadas no ensino médio, mais precisamente no estudo da cinemática e dinâmica, com os conceitos de velocidade e aceleração, referenciais inerciais; movimento relativo; grandezas escalares e vetoriais; força, força resultante; e as leis de Newton e aplicações.

Dessa forma, essa dissertação traz uma sequência didática, a qual pode ser usada pelos alunos para um melhor acompanhamento das aulas e estudos posteriores. Como referências foram utilizados alguns livros didáticos tanto de ensino médio quanto de ensino superior para a construção dos conceitos e modelos físicos fundamentais que os alunos deveriam entender. Essa variedade de livros acaba sendo fundamental para que se construa uma sequência didática de precisão científica adequada, mesmo que simplificada.

### **3.1 MEDIDAS E GRANDEZAS**

#### **3.1.1 A MEDIÇÃO NA FÍSICA**

A física da medição de grandezas físicas. Grandezas físicas são aquelas grandezas que podem ser medidas, ou seja, descrevem qualitativamente ou quantitativamente as relações observadas no estudo dos fenômenos físicos. Halliday (2016, pág. 9), define algumas grandezas físicas como comprimento, tempo e massa, foram escolhidas como grandezas fundamentais e para se estabelecer um padrão, cada uma delas recebeu uma unidade de medida (como metro, segundo e quilograma).

#### **3.1.2 UNIDADES DO SI**

O sistema de unidades adotado para o estudo do conteúdo físico no produto educacional desenvolvido é o Sistema Internacional de Unidades (SI), cujas três grandezas anteriormente mencionadas serão as grandezas tomadas como base ou fundamentais. Este sistema foi desenvolvido com o objetivo de se estabelecer padrões de medições físicas a partir de um acordo internacional.

### 3.1.3 COMPRIMENTO

O primeiro padrão relativamente preciso de medida de comprimento só foi introduzido após a Revolução Francesa. O metro foi então definido como sendo  $10^{-7}$  da distância do Polo Norte ao Equador, ao longo do meridiano de Paris. Em 1960, foi adotada uma definição muito mais precisa em termos de um padrão associado a uma grandeza física fundamental: o comprimento de onda de uma radiação luminosa característica emitida por átomos de criptônio. Quando a luz emitida numa descarga gasosa é analisada num espectroscópio, observa-se um espectro de raias. Uma raia espectral representa luz monocromática, de comprimento de onda bem definido (MOYSÉS, 2002).

Em 1983, decidiu-se adotar um novo esquema, substituindo o padrão de comprimento por um padrão de velocidade, baseado em uma constante universal, a velocidade da luz no vácuo,  $c$  (MOYSÉS, 2002).

Em que, por definição, o valor exato de  $c$  é:

$$c = 299. 792. 458 \text{ m/s}$$

O metro é então definido como a distância percorrida pela luz durante um intervalo de tempo especificado (HALLIDAY, 2016).

### 3.1.4 TEMPO

O segundo é definido termos das oscilações da luz emitida por um isótopo de certo elemento químico (césio-133) (HALLIDAY, 2016).

### 3.1.5 MASSA

O quilograma é definido em termos de um padrão de massa platina-irídio mantido em um laboratório nas vizinhanças de Paris (HALLIDAY, 2016).

## 3.2 VELOCIDADE

### 3.2.1 VELOCIDADE MÉDIA

O conceito de velocidade no cotidiano remete a rapidez com que um corpo de locomove. Através desse conhecimento comum, Halliday (2016, p. 16) define a velocidade média em termos do deslocamento  $\Delta x$  (posição final subtraída da posição inicial da partícula analisada), independentemente da direção, em relação ao intervalo de tempo  $\Delta t$ . Podendo ser calculado por meio da relação matemática:

$$Vm = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

### 3.2.1 VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

Enquanto a velocidade escalar média envolve o deslocamento da partícula  $\Delta x$ , a velocidade escalar média é definida em termos da distância total percorrida (o número de metros percorrido), independente da direção.

$$Vméd = \frac{\text{distância total}}{\Delta t} \quad (2)$$

### 3.2.2 VELOCIDADE INSTANTÂNEA

A velocidade instantânea ou simplesmente velocidade, é a velocidade em um dado instante de tempo  $t$ . Esta velocidade é obtida reduzindo o intervalo de tempo  $\Delta t$  até torná-lo próximo de zero. À medida que o  $\Delta t$  diminui, a velocidade média se aproxima de um valor-limite, que é a velocidade instantânea que pode ser calculada por meio da relação:

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

Em que  $v$  é a taxa com que a posição  $x$  está variando com o tempo em um dado instante, ou seja,  $v$  é a derivada de  $x$  em relação a  $t$ . Halliday (2016, pág. 16).

### 3.3 ACELERAÇÃO

Para Moysés (2002, pág. 31) quando a velocidade de uma partícula varia, diz-se que a partícula sofreu uma aceleração (ou foi acelerada). Em outras palavras, para movimentos ao longe de um eixo, a aceleração média (**am**) em um intervalo de tempo  $\Delta t$  é dada por:

$$am = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (4)$$

Onde  $\Delta v = v_2 - v_1$  e  $\Delta t = t_2 - t_1$

Já a aceleração instantânea é dada por:

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (5)$$

Que em palavras significa a taxa com a qual a velocidade está variando no determinado instante de tempo.

### 3.4 VETORES

### 3.4.1 GRANDEZAS ESCALARES E VETORIAIS

Grandezas escalares, como o tempo, possuem apenas um valor. São especificadas por um número com uma unidade de medida (10s, por exemplo) e obedecem às regras da aritmética e da álgebra comum. Já as grandezas vetoriais, como o deslocamento, possuem módulo (valor numérico) e uma orientação (10m para baixo, por exemplo) e obedecem às regras da álgebra vetorial (HALLIDAY, 2016, p. 43).

### 3.4.2 SOMA GEOMÉTRICA DE VETORES

Dois vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  podem ser somados geometricamente desenhando-os na mesma escala e posicionando-os com a extremidade de um na origem do outro. O vetor que liga a origem do primeiro à extremidade do segundo é o vetor soma,  $\vec{s}$ . Para subtrair  $\vec{b}$  de  $\vec{a}$ , inverte-se o sentido de  $\vec{b}$  obtendo-se  $-\vec{b}$  e soma-se  $-\vec{b}$  a  $\vec{a}$ . A soma vetorial é comutativa e associativa (HALLIDAY 2016, pg. 57).

De forma que as propriedades da soma de vetores são:

- Comutativa:  $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$  (6)
- Associativa:  $(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c})$  (7)
- Elemento neutro:  $0 + \vec{b} = \vec{b}$  (8)
- Elemento oposto:  $\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$  (9)

### 3.4.3 DECOMPOSIÇÃO DE VETORES

As componentes escalares de um vetor bidimensional  $\vec{a}$  em relação aos eixos de um sistema de coordenadas xy são obtidas traçando retas perpendiculares aos eixos a partir da origem e da extremidade de  $\vec{a}$ . De forma que as componentes são dadas por:

$$a_x = a \cos \theta \text{ e } a_y = a \sin \theta \quad (10)$$

Onde  $\theta$  é o ângulo entre  $\vec{a}$  e o semi-eixo x positivo. O sinal algébrico indica de uma componente vetorial indica seu sentido com relação ao eixo correspondente (HALLIDAY 2016, p. 57).

### 3.4.4 MÓDULO E ORIENTAÇÃO DE UM VETOR

O módulo ou comprimento de um vetor é um número real não negativo, definido por:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \quad (11)$$

A orientação de um vetor  $\vec{a}$  é dada através da equação:

$$\tan \theta = \frac{a_y}{a_x} \quad (12)$$

### 3.4.5 NOTAÇÃO COM VETORES UNITÁRIOS

Os vetores unitários  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$  e  $\hat{k}$  têm módulo unitário e sentido igual ao sentido positivo dos eixos x, y e z, em um sistema de coordenadas dextrogiro. De forma que se pode expressar o vetor  $\vec{a}$  em termos de vetores unitários como:

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k} \quad (13)$$

### 3.4.6 SOMA DE VETORES NA FORMA DE COMPONENTES

Para somar vetores na forma de componentes, usa-se as regras:

$$r_x = a_x + b_x \quad (14)$$

$$r_y = a_y + b_y \quad (15)$$

$$r_z = a_z + b_z \quad (16)$$

Onde  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  são os vetores a serem somados e  $\vec{r}$  é o vetor soma (HALLIDAY, 2016, p. 49).

### 3.4.7 PRODUTO DE UM ESCALAR POR UM VETOR

O produto de um escalar  $s$  por um vetor  $\vec{v}$  é um vetor de módulo  $sv$  com a mesma orientação de  $\vec{v}$  se  $s$  é positivo e com a orientação oposta de  $\vec{v}$  se  $s$  é negativo (HALLIDAY, 2016, p. 57).

### 3.4.8 O PRODUTO ESCALAR

O produto escalar de dois vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  é representado por  $\vec{a} \cdot \vec{b}$  e é igual à grandeza escalar dada por:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \theta \quad (17)$$

Onde  $\theta$  é o menor dos ângulos entre as direções de  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ .

Em termos de vetores unitários, o produto escalar pode ser expresso por:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}) \cdot (b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}) \quad (18)$$

### 3.4.9 O PRODUTO VETORIAL

O produto vetorial de dois vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , representado por  $\vec{a} \times \vec{b}$ , é um vetor e cujo módulo  $c$  é dado por:

$$c = ab \cos \theta \quad (19)$$

Onde  $\theta$  é o menor dos ângulos entre as direções de  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ .

Em termos de vetores unitários, o produto vetorial entre os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  é dado por:

$$\vec{a} \times \vec{b} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}) \times (b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}) \quad (19)$$

### 3.5 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

Segundo Aurélio (2016, p. 222), o movimento retilíneo uniforme é aquele em que o objeto estudado percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais. Por consequência disto, é o movimento que apresenta velocidade constante e aceleração escalar nula.

Rescrevendo a equação 1 (com algumas mudanças na notação) na forma:

$$vm = \frac{x-x_0}{t-t_0} \quad (20)$$

Obtém-se:

$$x = x_0 + vm \cdot t \quad (21)$$

Que é a equação horária da posição do Movimento Retilíneo Uniforme.

### 3.6 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

O movimento retilíneo uniformemente variado é caracterizado como o tipo de movimento em que o módulo da velocidade varia uniformemente, isto é, está submetido a uma aceleração constante (AURÉLIO, 2016, p. 231) Podendo ser escrita por:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = a = \text{constante} \quad (22)$$

Quando a aceleração é constante, a aceleração média e a aceleração instantânea são iguais e desta forma, pode-se escrever a equação 4, com as mudanças de notação na forma:

$$a = a_m = \frac{v-v_0}{t-t_0} \quad (23)$$

De forma que explicitando  $t$ , tem-se:

$$v = v_0 + at \quad (24)$$

Para a equação 24, a velocidade média em qualquer intervalo de tempo é a média aritmética da velocidade no início no intervalo (velocidade inicial) com a velocidade final do intervalo ( $v$ ).

Portanto, a velocidade média é:

$$v = \frac{1}{2}(v_0 + v) \quad (25)$$

De forma que, substituindo  $v$  pelo seu valor dado na equação 24, tem-se:

$$v_m = \frac{1}{2}(V_0 + V_0 + at) \quad (26)$$

$$V_m = \frac{1}{2}v_0 + \frac{1}{2}v_0 + \frac{1}{2}at \quad (27)$$

$$V_m = \frac{1}{2}V_0 + \frac{1}{2}at \quad (28)$$

$$v_m = V_0 + \frac{1}{2}at \quad (29)$$

Substituindo a equação 29 na equação 21, se obtêm:

$$x - x_0 = V_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad (30)$$

Onde reorganizando a equação 30:

$$x = x_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad (31)$$

As equações 24 e 31 são as equações básicas do movimento com aceleração constante e podem ser usadas para resolver qualquer problema que envolva aceleração constante.

Combinando agora as equações 24 e 31, obtêm-se a equação 36. Equação esta que não apresenta dependência com a grandeza tempo.

Quando se isola o tempo da equação 24, se encontra:

$$t = \frac{v-v_0}{a} \quad (32)$$

Substituindo a equação 32 na equação 31:

$$x = x_0 + V_0 \left( \frac{v-v_0}{a} \right) + \frac{1}{2}a \left( \frac{v-v_0}{a} \right)^2 \quad (33)$$

$$x - x_0 = V_0 \left( \frac{v-v_0}{a} \right) + a \left( \frac{v^2 - 2V_0v + V_0^2}{2a^2} \right) \quad (34)$$

$$\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad (35)$$

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta x \quad (36)$$

### 3.7 MOVIMENTO RELATIVO EM UMA DIMENSÃO

Suponha que você veja um pássaro voando para o norte a 30 km/h. Para um outro pássaro voando ao lado do primeiro este parece estar parado. Em outras palavras, a velocidade de uma partícula depende do referencial de quem está observando ou medindo a velocidade. Um referencial é um objeto físico ao qual fixamos o sistema de coordenadas. No cotidiano, esse objeto físico frequentemente utilizado é o solo.

Assim, por exemplo, a velocidade que aparece em uma multa de trânsito é a velocidade em relação ao solo. Se ainda o guarda estivesse em movimento enquanto mede a velocidade de outro carro, a velocidade do outro carro em relação ao guarda seria diferente (HALLIDAY 2016, p. 79).

Suponha a seguinte situação: Marcos (situado na origem do referencial adotado por A), está estacionado no acostamento da escola do seu filho, observando o carro P passar por ele. Ana (situado na origem do referencial adotado por B), está dirigindo um outro carro e também observa o carro P. Suponha que tanto Marcos quanto Ana meçam a posição do carro P em um dado instante. Nestas condições:

$$x_{PA} = x_{PB} + x_{BA} \quad (37)$$

Essa equação significa o seguinte: “A coordenada  $x_{PA}$  de P medida por A é igual a coordenada  $x_{PB}$  de P medida por B mais a coordenada  $x_{BA}$  de B medida por A”.

Derivando a equação 37, tem-se:

$$\frac{d}{dt}(x_{PA}) = \frac{d}{dt}(x_{PB}) + \frac{d}{dt}(x_{BA}) \quad (38)$$

Assim, as componentes da velocidade estão relacionadas através da equação:

$$v_{PA} = v_{PB} + v_{BA} \quad (39)$$

A equação 39 é lida da seguinte maneira: “A velocidade de P medida por A é igual a velocidade de P medida por B mais a velocidade de B medida por A.”

Derivando a equação 39, se obtém:

$$\frac{d}{dt}(v_{PA}) = \frac{d}{dt}(v_{PB}) + \frac{d}{dt}(v_{BA})$$

Como  $v_{BA}$  é constante, o último termo é zero e temos:

$$a_{pA} = a_{pB} \quad (40)$$

Em outras palavras: “A aceleração de uma partícula medida por observadores em diferentes referenciais que se movem com velocidade constante uns em relação aos outros é sempre a mesma” (HALLIDAY 2016, p. 79).

### 3.8 FORÇA

Para os físicos, quando há algum tipo de interação entre dois objetos que provoca uma aproximação ou repulsão entre eles, há neste caso a ação de algum tipo de força (AURÉLIO, 2016, p. 16).

Nos tópicos anteriores deste capítulo, vimos que a física envolve o estudo do movimento dos objetos, incluindo a aceleração, que é uma variação de velocidade. No entanto, a Física também envolve o estudo da causa da aceleração. Segundo Halliday (2016, p. 238) a causa é sempre uma força, que pode ser definida, em termos coloquiais, como um empurrão ou um puxão exercido sobre um objeto. Dizemos que a força age sobre o objeto, mudando a velocidade.

Por exemplo: Quando um zagueiro enfrenta o atacante do time adversário, uma força exercida pelo defensor provoca a desaceleração do atacante. Quando um carro colide com um poste, uma força exercida pelo poste faz com que o carro pare bruscamente. Quando dois carros colidem um com o outro, há uma força de interação entre os dois veículos. Quando socamos uma parede, por exemplo, há uma força que age sobre a nossa mão e outra igual e contrária que age sobre a parede. O par interagente constitui a nossa mão e a parede.

#### 3.8.1 FORÇA PESO

É muito comum em nosso cotidiano confundirmos os conceitos de peso e massa. Geralmente, nos referimos a peso quando queremos mencionar a massa de um corpo. Por isso, (Aurélio, 2016, p. 16) define o peso de um corpo, ou força peso, como a atração gravitacional exercida pela Terra próximo a sua superfície. Em geral, escreve-se a força peso de um corpo em razão da relação:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (41)$$

Por exemplo, um corpo de massa  $m=50\text{kg}$  sujeito a aceleração da gravidade com valor aproximado a  $10\text{m/s}^2$ , tem peso igual a  $500\text{N}$ . Sendo N referente a Newton, que é a unidade de medida utilizada para o peso.

#### 3.8.2 FORÇA NORMAL

Na Terra, a ação da força gravitacional ou força peso, é responsável pela pressão sobre as superfícies de apoio dos objetos. Por exemplo: Quando apoiamos um livro sobre a mesa, o livro exerce determinada pressão sobre a mesa. Similarmente, quando viajamos em um automóvel, as rodas exercem sobre o asfalto uma pressão, e o asfalto sustenta estas rodas, assim como na superfície dos nossos pés e no chão que nos sustenta.

Para o caso de as superfícies sustentarem o peso dos objetos sobre elas, ocorrerá conseqüentemente um tipo de interação do objeto com a superfície e da superfície com o objeto. A esta força, os físicos a chama de força normal porque atua em uma direção perpendicular à superfície, ou seja, forma um ângulo de  $90^\circ$  com a superfície (AURÉLIO, 2016, p. 24).

Segundo Halliday (2016, p. 255), quando um corpo exerce uma força sobre uma superfície, a superfície (ainda que aparentemente rígida) se deforma e empurra o corpo com uma força normal  $F_N$  que é perpendicular à superfície.

### 3.8.3 FORÇA DE ATRITO

Segundo Aurélio (2016, p. 24) quando um objeto se desloca sobre a superfície que o apoia, o contato entre os objetos faz com que apareça o atrito. A essa interação entre a superfície e o objeto dá-se o nome de força de atrito.

Alguns exemplos podem melhor representar a atuação dessa força, como por exemplo, quando freamos uma bicicleta, uma moto ou um carro, ocorre uma interação entre a pastilha freio e as rodas, assim como há também uma interação entre as rodas e o chão. A interação das pastilhas de freio com as rodas, faz com que a bicicleta, a moto ou carro parem.

Para Halliday (2016, p. 127), a força de atrito pode ser caracterizada como uma resistência ao movimento devido a atuação de uma força que atua em um corpo quando empurramos ou tentamos empurrar um corpo que está apoiado em uma superfície. Essa força é paralela à superfície e aponta no sentido oposto ao do movimento ou tendência ao movimento.

A força de atrito pode ser calculada por meio da equação:

$$F_a t = \mu \cdot F_N \quad (42)$$

Ainda segundo Halliday (2016, p. 127), as propriedades da força de atrito são:

Propriedade 1. Se o corpo não se move, a força de atrito estático  $F_s$  e a componente de  $F$  paralela à superfície se equilibram. Elas têm o mesmo módulo, e  $F_s$  tem o sentido oposto ao da componente de  $F$ .

Propriedade 2. O módulo de  $F_s$  possui valor máximo que é dado por:

$$F_{s,max} = \mu_s \cdot F_N \quad (43)$$

Onde  $\mu_s$  é o **coeficiente de atrito estático**. Se o módulo da componente de  $F$  paralela à superfície excede  $F_{s,max}$ , o corpo começa a deslizar ao longo da superfície.

Propriedade 3. Se o corpo começa a deslizar ao longo da superfície, o módulo da força de atrito diminui rapidamente para um valor  $F_k$  dado por:

$$F_k = \mu_k \cdot F_N \quad (44)$$

Onde  $\mu_k$  é o **coeficiente de atrito cinético**. Daí em diante, durante o deslizamento uma força de atrito cinético  $F_k$  de módulo dado pela equação 44 se opõe ao movimento.

### 3.9 LEIS DE NEWTON

Para que um corpo se mova com velocidade constante, é necessário que seja impulsionado de alguma forma, puxado ou empurrado. Para deslocar uma cadeira ou qualquer outro objeto, torna-se necessário executar algum tipo de esforço muscular. Para que uma cadeira continue em movimento, é necessário que haja uma força sendo aplicada sobre ela para que o movimento prossiga, do contrário, sem ação de nenhuma força, a cadeira para. Agora imagine que esta cadeira está sendo inicialmente empurrada numa superfície irregular, com sujeiras no percurso, e em um outro momento a cadeira é empurrada numa superfície regular, mais limpa, como por exemplo um chão encerado. Em qual das duas situações a cadeira efetuará seu movimento mais livremente? Certamente que na situação dois, uma vez que a superfície contribuirá para o seu movimento. Desta forma, é possível imaginar que superfícies escorregadias contribuem para que a cadeira percorra distâncias maiores.

No limite, podemos pensar em uma superfície extremamente escorregadia (conhecida como superfície sem atrito), na qual a cadeira não diminuiria de velocidade. A partir dessas observações, pode-se concluir que um corpo manterá seu estado de

movimento com velocidade constante se nenhuma força agir sobre ele. Isso nos leva à primeira das três leis de Newton.

### 3.9.1 PRIMEIRA LEI DE NEWTON

A primeira lei de Newton também conhecida por Inércia é anunciada por Aurélio (2016, p. 74) da seguinte maneira: Um objeto em repouso tende a manter seu estado de repouso e um objeto em movimento tende a manter seu estado de movimento em movimento retilíneo uniforme (MRU). Sendo este estado alterado apenas se houver a ação de uma força resultante não nula.

Segundo Halliday (2016, p. 239), a primeira lei de Newton pode ser anunciada por: Se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer aceleração.

### 3.9.2 SEGUNDA LEI DE NEWTON

Segundo Halliday (2016, p. 244), a segunda Lei de Newton é enunciada como: A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração deste corpo.

Em termos matemáticos,

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (45)$$

Em que a força e a aceleração são grandezas vetoriais.

Esta relação matemática evidencia o fato de que a aceleração é causada pela atuação de alguma força sobre o corpo estudado.

Uma outra observação a ser feita sobre esta relação, que é aparentemente simples, é que é necessário que haja um cuidado com a escolha do corpo estudado, uma vez que se utilizará apenas as forças atuantes no corpo e não as forças de todos os corpos envolvidos na situação. Por exemplo, se numa partida de futebol você disputa a bola com vários adversários, a força resultante que age sobre você é a soma vetorial de todos os empurrões e puxões que você recebe. Ela não vai incluir um empurrão ou puxão que você dá em outro jogador. Toda vez que resolvemos um problema que envolve forças, o primeiro passo é definir claramente a que corpo vamos aplicar a segunda lei de Newton (HALLIDAY, 2016, p. 245).

### 3.9.3 TERCEIRA LEI DE NEWTON

Dizemos que dois corpos interagem quando empurram ou puxam um ao outro, ou seja, quando cada corpo exerce uma força sobre o outro. Suponha, por exemplo, que você apoie um jarro sobre uma mesa. Neste caso, o jarro e a mesa interagem, o jarro exerce uma força para baixo e a mesa exerce uma força para cima. Desta forma, anuncia-se a Terceira Lei de Newton.

Quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos (HALLIDAY, 2016, p. 258).

### 3.10 IMPULSO DE UMA FORÇA

Numa partida de tênis, especificamente no momento do saque, o jogador exerce sobre a bola uma força que faz ela se movimentar. A bola interage com a raquete num intervalo de tempo muito curto. Entretanto, como a força aplicada é muito grande, o impulso produzido é suficiente para atribuir à bola uma velocidade alta. Isto também acontece numa partida de futebol, por exemplo, quando o jogador faz uma cobrança de falta.

No cotidiano, remete-se a palavra impulso há uma ação instantânea, essa ideia pode ser intercala a física e aperfeiçoada. Uma vez que na física a definição de impulso está relacionada a força aplicada e o tempo de interação dos corpos envolvidos.

Quando se analisa a interação da bola com a raquete, percebe-se que quanto maior a força aplicada sobre a bola, menor será o tempo de interação entre a bola e a raquete e o inverso disto também é válido.

Por isso, Aurélio (2016, p. 74) define impulso como uma grandeza que relaciona a força aplicada ao intervalo de tempo de interação entre os objetos que aplica e recebe a força. Ele ainda afirma que quanto maior a força aplicada, menor o intervalo de tempo necessário de interação.

Logo, matematicamente,

$$\hat{I} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad (46)$$

### 3.11 MOMENTO LINEAR E SUA VARIAÇÃO

Quando se fala em momento linear, rapidamente se associa as condições que permitem o movimento de um corpo. Logo, conseqüentemente ficamos tendenciosos a acreditar que a quantidade de movimento de um objeto depende unicamente da sua velocidade.

No entanto, visualize ao seguinte exemplo: Imagine que você está numa avenida muito movimentada e sua pretensão é atravessá-la para chegar ao outro lado. Desligado das sinalizações do trânsito, você não percebe que o sinal está verde, indicando a livre passagem dos veículos e não a sua. No momento em que você atravessa, você se depara com uma moto e uma bicicleta vindo na sua direção, ambos com a mesma velocidade. Por estar encurralado, você precisa naquele no momento decidir por qual dos dois veículos sofrerá uma colisão.

Nosso subconsciente rapidamente escolheria ser atingido pela bicicleta e não pela moto. Mas, ora se momento linear de um corpo é verificado somente através da velocidade como antes se concluiu, por que agora a massa também entra em cena? A verdade, é que o momento linear é melhor analisado quando se conhece a velocidade e a massa do corpo. Quanto maior a massa, maior o momento linear e vice-versa. Neste exemplo, a moto apresenta mais movimento e maior momento quando comparada a bicicleta devido a sua quantidade de massa.

Por isso, fisicamente, o momento linear de um objeto, em cada instante, corresponde ao produto de sua massa por sua velocidade.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{V} \quad (47)$$

### 3.11.1 RELAÇÃO ENTRE IMPULSO E VARIAÇÃO DO MOMENTO LINEAR

A segunda lei de Newton estabelece um vínculo entre o impulso e a variação da quantidade de movimento. Pode-se chegar nesta relação da seguinte maneira:

A segunda lei de Newton afirma que

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (48)$$

No entanto, sabe-se que a aceleração média é calculada por meio da relação:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \quad (49)$$

Quando substituimos a equação 2 na equação 1, temos que:

$$\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \quad (50)$$

De onde se obtém:

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \vec{\Delta V} \quad (51)$$

Como impulso é a relação dada por  $\vec{F} \cdot \Delta t$  e a variação do momento linear é dado por  $m \cdot \vec{\Delta V}$ , reescrevemos a equação 51 e obtemos:

$$\vec{I} = \vec{\Delta Q} \quad (52)$$

### 3.12 ENERGIAS

O conceito de energia é muito importante porque pode-se relacionar a uma grande variedade de fenômenos sejam eles químicos, elétricos, mecânicos, luminosos, entre outros. De tal maneira que pode se transformar de uma forma em outra. Por exemplo, no rádio, a energia química da pilha é transformada em energia sonora e em muitos brinquedos a energia química da pilha é transformada em energia de movimento.

E embora não haja na física uma definição completa e definitiva do que é energia, seus diferentes tipos e formas podem ser calculados.

E dentre os vários tipos de energia, focaremos aqui na energia cinética ou energia de movimento, analisada a partir da relação matemática:

$$Ec = \frac{mv^2}{2} \quad (53)$$

Em que  $m$  é massa e  $V$  é velocidade.

## CAPÍTULO 4

### DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS

#### 4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97) citado por Araújo (2013, p. 323) “sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática.”

Segundo estes autores, toda sequência didática precisa ter uma seção de abertura com a apresentação da situação de estudo descrita de forma detalhada, apresentando aos alunos o que eles deverão realizar. Deve haver também uma avaliação diagnóstica, a partir da qual o professor analisa as capacidades adquiridas pelos estudantes e com isso, ajusta as atividades e os exercícios previstos na sequência às necessidades da turma.

Após a realização deste diagnóstico, ocorre a produção dos módulos, também chamados de oficinas, constituídos de vários exercícios e atividades progressistas que encaminham o aluno a melhor compreensão do(s) conteúdo(s) que envolvem a sequência.

Uma outra maneira de analisarmos a avaliação diagnóstica inicial é que com ela será possível analisar quais os subsunçores (que serão explicitados no tópico 4.2 deste trabalho) que os alunos apresentam até então, devido às suas experiências, com o que é proposto pela sequência didática. Uma vez que, este trabalho defende que uma das atribuições da aplicação de uma sequência didática, é o aperfeiçoamento dos subsunçores que o aluno já apresenta.

Também segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly citado por Araújo, a produção final, segundo os autores, é o momento dos alunos colocarem em prática os conhecimentos adquiridos e do professor avaliar os progressos efetivados.

Entende-se então que há uma melhor compreensão através de uma sequência total mais lógica para os alunos de forma que os conteúdos e atividades sigam uma progressão que favoreça uma maior compreensão do tema pelos estudantes, favorecendo assim o esforço do professor para integrar os modelos e conceitos. De forma que, compreende-se que em uma sequência didática bem estruturada pode-se organizar temas de conteúdos mais simples e fundamentais antes de temas mais

complexos para que haja realmente uma sucessão lógica dos conteúdos para facilitar o entendimento do aluno.

Outra abordagem de elaboração de sequência didática é aquela apresentada por Zabala (1998) que conceitua unidade didática como “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de objetivos educacionais que tem um princípio e fim conhecidos, tanto pelo professor quanto pelos alunos”. As ações educativas precisam partir de considerações sobre a natureza social e socializadora do ensino, permitindo trocas entre o caráter social do conhecimento e a prática educativa (COLL, 2009).

A partir dessa conceituação, observa-se que a sequência didática é construída tanto em relação a conteúdos como atividades, onde a sequência de atividades propostas pode modificar a visão do aluno para o conteúdo.

Um exemplo dessa característica pode ser uma experiência nas aulas de ciências; mesmo com a mesma metodologia de experimentação, seja ela uma demonstração, uma experiência produzida pelos alunos ou uma experiência por roteiro. No entanto, a sequência de atividades deve ser analisada cuidadosamente de maneira tal que a experiência seja apresentada no início da sequência didática, para instigar o aluno, uma vez que até então os alunos não conhecem o conteúdo. Todavia, se a mesma experiência for colocada no fim do conteúdo será mais provável que o aluno a veja como uma ferramenta para reafirmar o conceito ou aprofundar aquilo que já foi visto.

Trabalhos desenvolvidos, principalmente na área de Ensino de ciências (MORTIMER; SCOTT, 2016; ZANON; FREITAS, 2007) admitem pressuposições socioculturais como agentes norteadores das intenções educacionais. A linguagem e a prática no diálogo problematizador, tomam papel de destaque nesta linha investigativa.

Desta forma, as sequências didáticas são analisadas segundo episódios de interações discursivas entre o professor e o aluno. Nesse sentido, através das interações discursivas com o professor nas situações de aprendizagem em sala de aula, o aluno consegue desenvolver competências e habilidades que o permitem estabelecer conexões entre a compreensão do cotidiano e o conhecimento científico. (SCHROEDER; FERRARI; SYLVIA, 2009).

Portanto, na elaboração de uma sequência didática torna-se necessário uma atenção e cuidado para o desenvolvimento das atividades, de maneira tal que estas possam conduzir o aluno a uma compreensão de determinados temas que ascendam a

medida que novos conceitos sejam trabalhados, e não que sejam trabalhadas para o aperfeiçoamento de afirmações conceituais apresentadas pelo professor em sala de aula.

Assim sendo, entende-se que o professor participa da realização da sequência didática de forma a conduzir os alunos a alcançarem as respostas que precisam para a compreensão de conteúdos, sendo esta pautada no desenvolvimento de habilidades e competências. Desta forma, o papel do professor é de facilitador ou guia que não deve em hipótese alguma compartilhar conceitos já prontos sem que os alunos concluam junto a ele.

#### **4.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL**

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel se enquadra na classe de teorias cognitivas, uma vez que tenta explicar o processo de aprendizagem por meio da estrutura cognitiva do aluno.

A estrutura cognitiva é todo o arcabouço de conhecimentos que o aluno adquiriu com o tempo, devido às suas experiências de vida. Desta forma, a aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente se interagem de maneira substantiva com aquilo que o aprendiz já sabe.

Na perspectiva de Ausubel, o mais importante para que o aprendizado se desenvolva da melhor maneira possível é justamente utilizar da estrutura cognitiva do aluno, uma vez que é nela que se concentra todo o conhecimento do aluno e por este motivo, deveria ser o ponto de partida para qualquer ensino duradouro.

A este conhecimento especificamente, o qual pode ser um símbolo, um conceito, uma proposição, uma imagem, David Ausubel chamava de *subsunçor*. Em termos simples, o *subsunçor* é um nome que se dá a um conhecimento específico existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou que por ele foi descoberto (MOREIRA, 2014).

Desta forma, pode-se dizer que a aprendizagem significativa é caracterizada pela interação de conhecimentos prévios que dão significado aos novos conhecimentos.

Por exemplo, para alunos que conseguem identificar o que são aparelhos resistivos e receptores, resolver problemas conceituais acerca de descobrir quais aparelhos consomem mais energia, apenas corrobora o conhecimento prévio e lhe fornece mais estabilidade cognitiva. Da mesma forma que, se o estudo sobre a Potência

Elétrica de aparelhos lhe for apresentada, esse lhe dará maior significado a essa nova ideia na medida que lhe for acionado o subsunçor de Aparelhos Resistivos.

Através de novas aprendizagens significativas, resultante de novas interações entre os novos conhecimentos e o subsunçor Aparelhos Resistivos, este ficará mais estável, mais claro, com mais sentido.

Por outro lado, o subsunçor Aparelhos Resistivos poderá servir de ideia-âncora para o desenvolvimento de um novo estudo: Formas de conservação da Energia Elétrica. Quer dizer, o subsunçor que era antes o conhecimento de aparelhos resistivos, torna-se agora um mecanismo para um estudo que permite trabalhar a economia da energia elétrica.

Progressivamente o subsunçor vai ficando mais firme, mais estável, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens. Em uma linguagem coloquial pode-se dizer que nossa cabeça está “cheia de subsunçores”, uns mais fortes outros mais frágeis, uns mais utilizados, outros menos utilizados.

Pode-se ilustrar essa dependência com a ideia da Física na prevenção dos acidentes de trânsito, sendo a alta velocidade um dos maiores causadores de acidentes. Para que esta ideia seja aprendida significativamente é necessário que antes exista o subsunçor “velocidade”, que seria a ideia pré-existente sobre esse conceito.

Para isto é claro que quanto melhor for trabalhado o subsunçor velocidade, melhor se dará a conexão deste subsunçor com a prevenção de acidentes no trânsito.

No entanto, se um dado conhecimento prévio não servir usualmente de apoio para o desenvolvimento de novos conhecimentos, ele não passará espontaneamente por esse processo de elaboração na mente.

Portanto, entende-se que a aprendizagem significativa não é aquela em que o indivíduo de tudo esquece. A assimilação é um processo de continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não um esquecimento total. É uma perda de diferenciação de significados, mas não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o aluno nunca tivesse estudado um certo conteúdo, é provável que a aprendizagem tenha sido do tipo mecânica, e não significativa.

Por isso, este trabalho apresentará uma sequência didática que trabalha subsunçores acerca da compreensão e relação da Física com os Acidentes de Trânsito assim como formas de prevenção de acidentes.

### 4.3 CONSTRUÇÃO E DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

A sequência didática do presente trabalho é composta por oito etapas que abordam conceitos trabalhados na Física e a prevenção dos acidentes de trânsito, sendo eles: Introdução ao estudo de movimentos – abordando conceitos sobre Velocidade e Aceleração, Vetores, Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, Força, Leis de Newton, Impulso de uma força e momento linear e energias.

Junto ao estudo das áreas da física, foi realizada uma avaliação das ruas da cidade de Boca da Mata próxima às escolas, considerando a mobilidade dos pedestres, motoristas e meios de transporte; apresentação das questões a serem trabalhadas mediante as observações feitas nestas ruas; pesquisa bibliográfica e consulta a jornais, revistas e internet; confecção de cartazes e panfletos com informações acerca de como evitar os acidentes do trânsito; elaboração de textos que sintetizem as respostas às questões propostas; e por fim apresentação para o grupo/turma das soluções propostas.

A opção de utilizar a sequência didática de uma forma mais sistematizada, em módulos, é por uma facilidade e flexibilidade de aplicação em sala de aula. Uma vez que, além da qualidade na construção teórico-metodológica, é fundamental que os professores possam ter acesso fácil e que seja de simples aplicação em sala, visto que este trabalho se destina a professores que desejam diversificar as suas práticas.

As etapas apresentam uma construção padrão, eles se iniciam propondo situações e questões a serem analisadas e respondidas, de forma a despertar no aluno o interesse em estudar o que está presente naquele módulo. Além disso, cada módulo aborda as habilidades e competências que o aluno desenvolverá, além dos subsunçores que serão sempre trabalhados e aperfeiçoados.

Além das situações problemas, questões e textos de apoio para alguns módulos, a sequência didática conta com imagens de apoio também, para melhor visualização da situação em análise. Vale ressaltar que todas as sessões da sequência foram escritas numa linguagem mais formal, entretanto foi escrita também para que o aluno pudesse melhor acompanhar o conteúdo em casa, caso necessário, uma vez que na maioria das vezes o livro didático apresenta um rigor na escrita.

Deixa-se claro, portanto, que em nenhum momento se está questionando a linguagem nos livros didáticos, mas é fato que uma linguagem mais simples pode contribuir para que o aluno ganhe autonomia para compreender o conteúdo sozinho.

Por fim, os módulos se encerram com uma atividade para verificar se o conteúdo daquela seção foi entendido de maneira adequada. Cada um dos módulos têm uma atividade diferente para o professor ter um parâmetro melhor para observar a aprendizagem dos alunos.

Ressalta-se ainda que esse trabalho é uma pesquisa participante com caráter qualitativo. Sendo a pesquisa participante aquela onde o pesquisador participa ativamente da aplicação da proposta. Nesse caso, o pesquisador é o próprio professor da disciplina.

O trabalho foi desenvolvido em uma escola estadual no interior do Estado de Alagoas na cidade de Boca da Mata, aplicada junto a 45 alunos do 1º ano do ensino médio no decorrer de seis meses, de forma a aplicar a sequência didática na íntegra.

Os dados coletados foram na forma de atividades desenvolvidas pelos alunos no decorrer da aplicação da pesquisa, como as atividades propostas na sequência didática e o seminário de apresentação final.

#### **4.4 MÓDULO 1 – MEDIDAS E GRANDEZAS, VELOCIDADE MÉDIA, VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA, VELOCIDADE INSTANTÂNEA E ACELERAÇÃO**

##### **Objetivos:**

- Aprofundar e ampliar conhecimentos acerca do Sistema Internacional de Unidades – SI.
- Compreender e reconhecer as diferentes unidades de medida de grandezas.
- Compreender o conceito de ponto material.
- Compreender o conceito de referencial.
- Entender o significado de movimento e repouso.
- Conseguir transformar unidades.
- Compreender o que é deslocamento e como calculá-lo.
- Compreender os conceitos de velocidade e aceleração.

##### **Recursos:**

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.
- Projetor.

**Metodologia:**

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 4h ou 2 semanas de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

O módulo é iniciado com o professor apresentando o conceito de ponto material tomando como exemplo as dimensões de um veículo em uma rodovia. O professor esquematiza a situação com um desenho no quadro ou projeção de imagem, e instiga o aluno a fazer comparações entre as dimensões do veículo com relação a rodovia.

Em seguida, o professor toma o mesmo veículo como exemplo e o traz para outra situação. O veículo agora se encontra em uma vaga do estacionamento de um shopping. Novamente o professor tenta esquematizar a situação por meio de desenho no quadro, ou utiliza uma imagem projetada pelo projetor e instiga o aluno a se questionar sobre as dimensões do veículo com relação a vaga no estacionamento.

Com esta situação hipotética, pretende-se que o aluno compreenda que um mesmo corpo pode ser considerado um ponto material ou um corpo extenso, pois existirão situações em que suas dimensões serão consideradas desprezíveis (como na situação do veículo na rodovia), como existirão outras situações em que suas dimensões não serão consideradas desprezíveis (como na situação do veículo estacionado em uma vaga no shopping).

E então é pretendido que o aluno compreenda que um corpo é tomado como ponto material quando suas dimensões podem ser consideradas desprezíveis.

Após a compreensão do conceito de ponto material, outra situação é apresentada. Desta vez, o professor apresenta a seguinte situação:

Há uma motocicleta com duas pessoas, uma conduzindo o veículo e a outra no banco do passageiro. A motocicleta passa por uma terceira pessoa que se encontra parada em um ponto de ônibus. E então, o professor pergunta para a turma: “Com relação ao passageiro, o motorista da motocicleta está em repouso ou em movimento?”. E neste momento é fornecido um tempo para que os alunos respondam. Em seguida, outro questionamento é lançado: “Com relação a pessoa que estava no ponto de ônibus, o motorista e o passageiro da motocicleta, estão em repouso ou em movimento?”. E novamente é dado um tempo para que os alunos pensem e respondam.

A apresentação de situações hipotéticas, mas próximas às realizadas dos alunos, tendem a mobiliza-los a pensarem e a levantarem conclusões sobre as situações, induzindo-os a maior participação e interação.

Após o momento de interação, o professor apresenta a importância da definição de um referencial adotado, pois se torna claro que o conceito de movimento ou repouso depende do referencial.

Após as abordagens anteriormente apresentadas, onde se espera que o aluno tenha um contato breve e simples com a física enquanto disciplina, o professor conta uma história para a turma sobre o que é Física, qual a sua relação com a Matemática e neste ponto, apresenta a importância das medições, abordando o conceito de grandezas físicas e apresentando o Sistema Internacional de Unidades (SI).

A história sobre o que é física pode ser apresentada de formas distintas, ficando a critério do professor. No caso deste trabalho, foi tomado o próprio livro didático adotado pela escola para fazer a apresentação desta história. Geralmente os livros didáticos trazem uma apresentação sobre o que é a Física.

Este primeiro momento foi um momento de contato com a turma, de apresentação da disciplina e dos conteúdos a serem abordados nas próximas aulas. Desta forma, não foi utilizado um módulo ou uma parte dele de forma específica. Foi um momento leve, mas que durou aproximadamente 2h. A produção efetiva do módulo se deu a partir do estudo sobre velocidade média e aceleração, que foi iniciado na semana seguinte.

Neste segundo momento, em que se adentra de fato no primeiro módulo produzido, inicia-se a abordagem sobre os conceitos de velocidade média e aceleração.

Na primeira página do módulo, têm-se três imagens escolhidas para problematizar os conceitos que serão desenvolvidos e para que haja uma motivação do estudo, além de apresentar o quão inserido no cotidiano está o tema da física estudado. Para cada imagem há uma reflexão pertinente ao capítulo, iniciando pela mais presente para os alunos (Você já se perguntou sobre o que é velocidade? O que significa acelerar? Como podemos determinar a velocidade média de um corpo?). Através dessas imagens procura-se instigar os alunos para um confronto entre aquilo que eles já sabem e aquilo que será apresentado a eles.

As imagens citadas são mostradas a seguir:



Fontes (Da primeira para a última imagem):

<http://blog.telecomdados.com.br/expectativa-x-realidade-medindo-o-plano-da-internet-e-a-real-velocidade-da-conexao/> (Acessado em janeiro de 2019).

[https://en.wikipedia.org/wiki/Usain\\_Bolt](https://en.wikipedia.org/wiki/Usain_Bolt) (Acessado em janeiro de 2019).

<https://www.belasfrasesdeamor.com.br/wp-content/uploads/2016/10/percebi-que-te-superei.jpg> (Acessado em janeiro de 2019).

Montou-se grupo de 4 a 5 integrantes para responder as perguntas sobre velocidade e aceleração, de forma a captar os conhecimentos prévios dos alunos. Nessa atividade foram dados alguns minutos para que se discutissem as perguntas que foram levantadas no início da sequência didática.

Logo após essa experiência inicial, o professor passou a dar uma explicação expositiva dos conceitos iniciais de velocidade média, passando por diversos conceitos de cinemática. Primeiramente, iniciou-se pela definição espaço percorrido e deslocamento, partindo do exemplo simples através da utilização do quadro, traçando uma reta com diversas marcações enumeradas, contribuindo para que o aluno compreendesse a diferença entre as grandezas abordadas. Posteriormente, como o conceito de velocidade já havia sido previamente discutido pelos alunos individualmente e em grupos, a professora questiona: “Seria possível mensurar a velocidade média de um corpo que saísse de Boca da Mata a Maceió, conhecendo apenas o deslocamento efetuado por ele?”

O objetivo deste questionamento é induzir os alunos a perceberem que sem conhecer o tempo do trajeto, não seria possível mensurar a velocidade média do corpo.

Apresentadas então as grandezas deslocamento e tempo, a professora discute junto à turma as afirmações abordadas no módulo 1 da sequência didática:

“João saiu de Boca da Mata com destino a Maceió e sua viagem durou uma hora e meia.”

“Marcela saiu de Maceió com destino à Boca da Mata e sua viagem durou 1h”

A professora questiona a turma sobre quem estaria viajando com maior velocidade, João ou Marcela.

Na oportunidade, a professora trabalha com a turma a relação entre velocidade e tempo, exemplificando estas grandezas como inversamente proporcionais, porque na mesma proporção que uma grandeza aumenta, a outra diminui.

Ao falar de velocidade, surge a indagação: “O que significa acelerar?”. É muito comum ouvirmos frases em nosso cotidiano que fazem uso da palavra acelerar, mas a verdade é que poucos sabem o que acelerar significa. Desta forma, após um direcionamento dado pelo professor, a partir da utilização da imagem 3 com a exposição da frase: “Percebi que te superei quando você falou comigo e meu coração não acelerou como antes”, o professor pergunta: “O que acontece com os batimentos do seu coração quando você está próximo de alguém que realmente gosta?”.

Com esta pergunta, o aluno é direcionado ao ponto de deduzir que a aceleração depende da velocidade, que na situação da frase apresentada, a modificação dos batimentos cardíacos, por exemplo, está associada a alteração da velocidade dos batimentos, ou melhor, da variação de sua velocidade.

E desta forma, ao fim deste módulo, o aluno consegue compreender que movimentos ausentes de aceleração, apresentam velocidade constante, uma vez que a aceleração está associada a variação da velocidade, precisamente do vetor velocidade.

Na sequência tem-se a seção “Iniciando a discussão”, que se baseia em questionamentos voltados à análise da compreensão dos conceitos estudados. Estes questionamentos se referem à análise de situações reais e rotineiras, para que o aluno perceba que as leis da Física se aplicam da mesma forma. Essa experimentação ainda tem por finalidade trazer os conceitos para o mundo tangível, pois a abstração excessiva pode distanciar os alunos do mundo real, aparentando que esse aprendizado se reserve apenas aos objetos citados nas hipóteses.

Assim sendo, anunciam-se perguntas para os alunos discutirem em grupo e verificarem a diferença entre aquilo que eles sabem e aquilo que os colegas sabem, propiciando assim um debate entre os alunos.

A partir das respostas do “iniciando a discussão” o professor deve fornecer um ambiente de troca para os alunos e perceber qual o nível em relação ao conhecimento de

velocidade e aceleração e conhecimento geral dos mesmos, podendo assim, dar menor ou maior foco na parte posterior de explanação teórica, retomando a fala de Zabala que é necessário que se entenda quais “as necessidades educacionais de nossos alunos”. A explanação teórica, como dito anteriormente, foi construída de forma a ser legível para os alunos, sendo resumida, porém não incompleta, ficando a critério do docente o aprofundamento em determinado tema ou não.

Essa escolha de exercícios foi feita de forma que os alunos já tenham contato com os tipos de exercícios característicos de uma prova de vestibular. Por essa característica, é fundamental que o professor guie os alunos enquanto os mesmos resolvem os exercícios, para justamente essa tarefa não se transformar em desmotivação pela não solução das questões. Além disso, ele pode ser feito ao término dos módulos para consolidação dos conceitos aprendidos e ainda pode ser usado para verificar a interpretação dos alunos em relação a um texto de questões interpretativas do tipo ENEM ou de exames vestibulares tradicionais.

Após a abordagem sobre o conceito de velocidade média e aceleração e após a resolução de questões que envolvem os temas, é solicitado aos alunos da turma que pesquisem e tragam para a próxima aula a relação da alta velocidade com a causa de mortes no trânsito entre jovens. Com esta pesquisa, o aluno ou o grupo escolhido perceberá que a alta velocidade está entre umas das cinco maiores causas de mortes no trânsito, segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS). Além disso, eles pesquisarão também o limite de velocidade permitida dentro da cidade.

Logo, ao fim do módulo 1 o aluno desenvolverá competências e habilidades que o permitam associar o conceito de rapidez com velocidade, assim como o conceito de velocidade com aceleração. Além disso, será possível também atribuir valor maior ao subunçor rapidez, que o permitirá compreender uma vez que agora este sabe os conceitos de velocidade e aceleração.

Essa metodologia tem como objetivo estimular os alunos a explicitarem os conhecimentos prévios que possuem para poder perder suas concepções alternativas dos eventos físicos.

Após toda a discussão, os alunos resolvem exercícios de vestibulares envolvendo conceitos físicos sobre velocidade média e aceleração, com os conceitos aprendidos em sala, divididos em grupos e com o auxílio do professor.

#### **4.4 MÓDULO 2 – VETORES**

**Objetivos:**

- Conhecer e reconhecer a grandeza vetorial.
- Os componentes que a constituem.
- Compor os vetores soma.
- Identificar a direção, o sentido e o módulo de um vetor.

**Recursos:**

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.
- Projetor.

**Metodologia:**

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 4h ou 2 semanas de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

Para abordar o tema em questão, o professor inicia a aula falando sobre as diversas aplicações de vetores em várias áreas de estudo, tais como na Matemática (p. ex., geometria analítica), na Física (p. ex., no estudo de força) e Cartografia (p. ex., na representação de sistemas de informação geográfica) entre outras. Além disso, é utilizado também o projetor para fazer a projeção da simulação: *Changes in motion from aerodynamic forces*, disponível em: [http://phys23p.sl.psu.edu/phys\\_anim/mech/indexer\\_mech.html](http://phys23p.sl.psu.edu/phys_anim/mech/indexer_mech.html) do voo de um avião, onde estão destacadas as representações gráficas das forças que atuam no mesmo.

Durante a projeção, o professor explica aos alunos que as forças aplicadas no avião são representadas por vetores, que indicam a direção, o sentido e a intensidade ou módulo da força. Neste ponto, o professor discute com a turma sobre diagrama de forças e após essa explanação, deixa os alunos discutirem entre si e analisarem os percursos realizados pelo avião.

Como até o momento o aluno não estudou o conceito de força, o professor informa que na Física, uma força é o que modifica a velocidade de um corpo material.

Reforçando assim os subunçoes velocidade, aceleração e grandezas físicas trabalhados no módulo anterior.

Para a execução da primeira atividade, o professor constrói um paralelogramo no quadro, indicando os vetores formados por dois de seus lados. O professor esquematiza o paralelogramo de forma este apresente dois segmentos orientados com o mesmo sentido e módulo. A seguir, pede para os alunos registrarem a figura em seus cadernos.

A seguir, o professor questiona a turma:

“O que dizer dos dois vetores formados pelos lados paralelos do paralelogramo?”

“Os dois segmentos representam o mesmo vetor?”

Como no esquema o professor representou dois segmentos com o mesmo sentido e módulo, o professor informa após discussão com a turma que os vetores são iguais por apresentarem mesmo módulo, sentido e direção.

Caso neste ponto o professor perceba que os conceitos não ficaram claros, é sugerível que ele faça outros questionamentos que induza os alunos ao aprendizado.

Para a realização da segunda atividade, o professor divide a sala em grupos de 5 pessoas e entrega para cada grupo uma folha quadriculada. Com a folha em mãos, o professor solicita que o grupo esquematize o sistema de coordenadas cartesiano. Caso algum dos grupos tenha dificuldade ou não lembre como fazer, o professor revisa o conteúdo com toda a turma.

Após esquematizarem o sistema de coordenadas, o professor pede para os alunos registrarem em seus cadernos: As coordenadas de um vetor  $AB$ , onde  $A = (x_A, y_A)$  e  $B = (x_B, y_B)$  dada por:  $AB = (x_B - x_A, y_B - y_A)$ .

**Exemplo:** Se  $A = (2, -1)$  e  $B = (1, 5)$  então  $AB = (1 - 2, 5 + 1) = (-1, 6)$ .

Após a esquematização do vetor feito pelo grupo, o professor faz a representação no quadro e confere grupo a grupo os erros e os acertos, com o intuito de que os alunos compreendam corretamente como realizar a representação de um vetor.

Realizado esse momento, o professor questiona aos grupos:

“Agora que vocês esquematizaram o vetor solicitado, me respondam: Qual seria o tamanho ou módulo do vetor representado?”

Com o questionamento, o professor disponibiliza cerca de 15 minutos para os alunos pesquisarem sobre cálculo do módulo de um vetor, podendo os alunos utilizarem o livro didático ou o próprio celular. O objetivo desse tempo de pesquisa, é fazer com que os alunos compreendam que precisarão utilizar o teorema de Pitágoras para

realizarem o cálculo. E é neste ponto da aula que o professor revisa o teorema de Pitágoras com a turma e mostra como calcular o módulo do vetor projetado no quadro anteriormente.

Que neste caso, seria dado por:

$$|B| = \sqrt{(x_F - x_i)^2 + (y_F - y_i)^2}$$

$$|B| = \sqrt{(-1)^2 + 6^2}$$

$$|B| = \sqrt{37}$$

Espera-se que ao final das aulas o aluno seja capaz de aplicar corretamente os conceitos básicos de vetor em Física e nas diversas áreas de ensino.

#### **4.5 MÓDULO 3 – MOVIMENTO UNIFORME E MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO**

##### **Objetivos:**

- Identificar as características do MRU e do MRUV.
- Diferenciar MRU e MRUV e representar os vetores posição, deslocamento, velocidade e aceleração presentes nesses movimentos.

##### **Recursos:**

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.
- Projetor.
- Laboratório de Informática.
- Jogo *Need for Speed* para PC

##### **Metodologia:**

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 4h ou 2 semanas de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

A aula se inicia da seguinte maneira: Com a utilização do jogo *Need for Speed*, o professor explora o fascínio natural que o ser humano tem por velocidade para motivar os alunos para a aula. Sorteando de 2 a 3 alunos, o professor solicita que tentem fazer um movimento com velocidade constante e com aceleração. A turma pode opinar

quanto ao que eles devem fazer e como deve aparecer o velocímetro para cada movimento.

Após o momento inicial e de motivação para o início da aula, que dura aproximadamente 20 minutos, o professor lança as seguintes perguntas utilização a projeção:

- Foi possível executar um movimento com velocidade constante e com aceleração?
- Como podemos diferenciar movimentos com e sem aceleração?
- Como podemos prever a localização de um móvel em determinado instante se a velocidade é sempre a mesma?

O professor solicita aos alunos que anotem as respostas dessas perguntas no seu caderno, para realizarem uma comparação de suas respostas ao final das tarefas.

Em seguida, o professor apresenta os conceitos de MRU e MRUV utilizando a apresentação de slides e focando na diferenciação destes movimentos. Após a explanação dos conceitos, o professor utiliza o jogo *Need for Speed* tomando o comportamento do velocímetro como guia para diferenciar os movimentos acelerados dos movimentos com velocidade constante.

Até aqui se espera que os alunos compreendem os conceitos de cada movimento, assim como as diferenças entre eles.

No segundo momento da aula, o professor toma como ponto de partida as respostas dadas pelos alunos com a terceira pergunta feita logo no início da aula: “Como podemos prever a localização de um móvel em determinado instante se a velocidade é sempre a mesma?”

O professor utiliza então a mídia sobre Cinemática em 1D, disponível em: [http://phys23p.sl.psu.edu/phys\\_anim/mech/indexer\\_mech.html](http://phys23p.sl.psu.edu/phys_anim/mech/indexer_mech.html) e junto à turma, analisa o comportamento do movimento e dos gráficos de posição, velocidade e aceleração com relação ao tempo. Neste momento da aula, o professor apresenta uma tabela como a apresentada a seguir e solicita que os alunos formem grupos de 5 pessoas e a preencha tomando por embasamento a análise do vídeo mostrado anteriormente.

Tempo (s)	0	1	2	3	4	5
Posição (m)						
Velocidade						

(m/s)						
-------	--	--	--	--	--	--

Lembre-se! No MRU os objetos percorrem distâncias iguais no mesmo intervalo de tempo.

A seguir, é solicitado que os alunos construam os gráficos da **posição x tempo** e da **velocidade x tempo**.

Na segunda semana de aula, o professor realiza um *quiz* com a turma com a utilização de *cards* coloridos. Este momento é feito em duplas.

O professor projeta questões por meio da utilização do projetor e identifica as alternativas das questões por cores. Por exemplo: Letra A é representada pelo *card* de cor amarela, letra B pelo *card* de cor vermelha. Desta forma, seguindo o padrão de cinco alternativas por questão, o professor entrega para as duplas 5 *cards* de cores diferentes, cada um representando uma alternativa diferente.

É estipulado um tempo de 3 a 5 minutos por questão e quando o tempo de resposta termina, as duplas levantam o *card* com a cor que acredita ser a resposta correta. Desta forma, é possível quantificar o total de alunos que compreenderam os conteúdos, podendo sanar eventuais dúvidas, além de ser uma forma de revisar o que foi estudado.

O professor apresenta um total de 20 questões, alternando entre questões simples e medianas e ao final do *quiz*, premia a todos os alunos com chocolates, porém ofertando mais chocolates às duplas que obtiveram maior pontuação.

Espera-se que ao final das aulas, o aluno seja capaz de diferenciar os movimentos, saber utilizar as equações de movimento apresentadas pelo professor e identificar os tipos de movimento por meio dos gráficos de posição, velocidade e aceleração.

#### 4.5 MÓDULO 4 – MOVIMENTO RELATIVO

##### Objetivos:

- Compreender o que é movimento relativo e como este conceito está presente no seu cotidiano.
- Aprimorar a capacidade crítica, analítica e argumentativa dos alunos relacionadas às temáticas de cinemática.

##### Recursos:

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.
- Folha em Branco.

**Metodologia:**

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 2h ou 1 semana de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

O professor inicia a aula solicitando aos alunos que se organizem em grupos de até cinco (5) integrantes. Neste momento, o professor instiga a curiosidade do saber dos alunos sobre o estudo dos movimentos, questionando-os com as seguintes perguntas:

O ônibus está chegando no ponto de parada, onde algumas pessoas estão sentadas (Fig. 1).

- a) Em relação ao ponto, o ônibus e as pessoas estão em movimento?
- b) Em relação ao ônibus, o ponto e as pessoas estão em movimento?

Figura 1 – Ônibus chegando no ponto de parada.



Fonte: Imagem disponível em: <http://www.maceio.al.gov.br/2018/10/prefeitura-avanca-na-instalacao-de-novos-abrigos-de-onibus/>. Acesso em: Janeiro de 2019.

Vale ressaltar que no desenvolvimento do primeiro módulo, o conceito de movimento e repouso já foi trabalhado. Deste modo, este segundo momento servirá para reforçar os subsunçores trabalhados.

Para a realização da atividade 1, o professor entrega uma folha em branco para cada grupo e solicita que eles desenhem uma trajetória plana. Nas extremidades de cada trajetória, o professor solicita que o grupo desenhe uma pessoa, que pode ser alguém do grupo ou até o professor (para criar um momento de interação entre professor e aluno).

O professor ainda solicita que cada grupo estabeleça uma distância entre as pessoas representadas, assim como os módulos da velocidade de cada um.

Neste ponto, duas situações são criadas:

**Situação 1:** As pessoas estão caminhando em sentido oposto.

**Situação 2:** As pessoas estão caminhando no mesmo sentido.

Aqui o professor explica como encontrar a velocidade relativa para cada situação e como utilizar a equação horária do movimento uniforme para encontrar o tempo de encontro, assim como a distância que cada corpo percorrerá até o encontro.

Após a explicação, dois questionamentos são lançados para a turma:

1. Qual o tempo até o encontro dos corpos?
2. Quanto cada corpo andará até se encontrar?

Estima-se um tempo de 40 minutos para a realização da primeira atividade.

Para conclusão da explicação dos conceitos abordados na aula, o professor solicita que os alunos relacionem a atividade com alguma situação do seu cotidiano, um exemplo muito comum do cotidiano dos alunos é quando estamos andando de carro numa estrada e observamos um outro carro numa outra estrada perpendicular à nossa, e é percebido que o outro carro fica sempre no mesmo ponto de visão nosso.

O professor pede ainda para os alunos darem mais exemplos de Movimento Relativos de seu cotidiano.

Desta forma, a aula é finalizada utilizando o modelo de quiz com *cards*, utilizado no módulo anterior, uma vez que esta metodologia foi bem aceita pelas turmas.

## 4.5 MÓDULO 5 – PARTE 1: FORÇA

### Objetivos:

- Reconhecer que os movimentos são causados por interações.

- Reconhecer as forças, suas especificidades e influências no cotidiano.

**Recursos:**

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.
- Projetor.

**Metodologia:**

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 2h ou 1 semana de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

Neste módulo da sequência didática, utiliza-se de imagens seguidas de indagações, como utilizado no módulo 1. Desta forma, os alunos recebem certo tempo para pensar nas imagens que são mostradas por meio do projetor, para reflexão dos fenômenos físicos presentes em seu cotidiano. Após esse tempo para início da problematização ocorre uma discussão inicial sobre a o que significa a palavra força, e aqui apresenta-se três imagens representadas por:

**Imagem 1:** Uma criança carregando uma mochila nas costas

**Imagem 2:** Uma pessoa amassando uma bolinha de papel

**Imagem 3:** Uma pessoa caminhando

O intuito da apresentação destas três imagens é fazer com que os alunos discutam individualmente e em grupo onde em cada uma das situações os sujeitos envolvidos estão utilizando algum tipo de força. Como as situações são facilmente percebidas no cotidiano, não ficou difícil de eles entenderem como e onde havia força sendo aplicada.

Desta forma, depois das discussões realizadas, o professor pergunta à turma: “Tendo então por base as imagens apresentadas e analisadas por vocês, seria possível dizer que aplicar força significa gerar algum tipo de interação entre corpos?”

Neste ponto, o professor explica o conceito de interação para que os alunos compreendam melhor o significado de “interação entre corpos”.

Depois de explicado o significado de interação e tendo discutido com a turma a relação entre interação entre corpos e o conceito de força, é solicitado aos alunos que

para cada imagem apresentada, eles descrevam como estaria ocorrendo os tipos de interação.

Desta forma, cada grupo tem a oportunidade de apresentar à turma, sendo um por vez, como se davam as interações.

Neste momento, após as discussões, a professora pergunta sobre a interação entre dois ímãs e se é necessário algum tipo de contato entre eles. O intuito desta indagação é provocar nos alunos o questionamento de que na interação entre os corpos não é necessário contato.

Essa discussão torna-se necessária para que seja apresentada à turma os tipos de interações existentes na natureza, exemplificando à turma que no caso no ímã o tipo de interação observada é denominado interação magnética ou força magnética. E que nas três situações anteriormente apresentadas, o tipo de interação é gravitacional, mas que é caracterizada por uma interação muito pequena devido à pouca massa dos corpos envolvidos.

Os alunos começam a compreender então que a interação gravitacional é um tipo de interação entre massas. E partindo deste pressuposto, o professor apresenta no slide uma imagem de uma pessoa em pé numa balança e faz a seguinte indagação: “A balança marca o peso ou a massa dos objetos?”

Após o momento de interação em sala, entre professor e alunos, o professor apresenta na oportunidade, os conceitos de massa e peso, e exemplifica a massa representada pela quantidade de matéria de um corpo e invariável em diferentes regiões e o peso, representado pelo produto da massa do corpo pela aceleração da gravidade no local.

Tendo os alunos o conhecimento necessário acerca do que é força e da diferença existente entre a massa e o primeiro tipo de força estudado por eles (força peso), o professor solicita uma atividade de pesquisa para casa, para que os grupos respondam a outros questionamentos relacionados à prevenção de acidentes no trânsito e que reforcem conceitos estudados nos módulos anteriores.

#### **Atividade de pesquisa:**

1. Segundo dados do DENATRAN (Departamento Nacional de Transportes), o Brasil aparece como um dos países em que é mais perigoso dirigir. Com o auxílio do professor de Geografia, pesquise o local da cidade onde mais ocorrem os acidentes de trânsito e quais os motivos.

2. Com o auxílio do professor de Biologia, realize uma pesquisa sobre como os efeitos de se dirigir com sono ou à base de remédios e álcool podem interferir na condução de um veículo.

Espera-se que ao final deste momento, o aluno seja capaz de diferenciar os conceitos de massa e peso, assim como compreender a relação entre força e interação entre corpos, que não necessariamente necessite de contato.

Espera-se ainda que com o auxílio dos professores de Geografia e Biologia os alunos vejam os locais onde mais ocorrem os acidentes de trânsito na cidade e quais os motivos, além de que compreendam como a injeção de álcool pode interferir na condução de um veículo.

Deste modo, estima-se que aqui o aluno desenvolverá competências e habilidades que propiciem o seu papel como cidadão na sociedade e além disso, acrescente informações ao subunçor velocidade e aceleração abordados no módulo 1, conseguindo interligar os conceitos estudados com situações do cotidiano.

#### **4.5 MÓDULO 5 – PARTE 2: FORÇA NORMAL E FORÇA DE ATRITO**

A segunda parte do módulo cinco (5) se inicia com perguntas motivadoras, tais como:

- Quando apoiamos um objeto sobre a mesa, a mesa “devolve” a mesma força que recebeu?
- Por que quando pressionamos nosso pé no chão, conforme a figura ao lado, não deslizamos?

As respostas destas perguntas requerem o conhecimento de conceitos dos módulos anteriores, além dos conceitos que serão desenvolvidos durante o módulo em questão. O professor fornece um tempo de aproximadamente 5 minutos para os alunos pensarem nos questionamentos propostos.

Após o tempo de análise e discussão, o professor apresenta o conceito de força normal como sendo uma força perpendicular à superfície, em que apenas em algumas situações pode ser caracterizada como uma força oposto à força peso. Aqui deixa-se clara esta informação, uma vez que é muito confundido pelos alunos a relação entre a força peso e a força normal, tomada na maioria das vezes como um par ação e reação.

Para explicação do conceito de força de atrito, o professor após a análise do contato de um objeto com a superfície, analisa duas situações junto à turma:

1. Um objeto é lançado numa superfície rugosa
2. Um objeto é lançado numa superfície lisa

E aqui a turma é questionada com a pergunta: “Em qual situação o objeto percorreria maior distância?”

Partindo desse pressuposto então, o professor solicita que alguém defina o que é atrito, para que somente a partir dessa definição e após discussão com a turma da definição apresentada, o conceito de atrito seja apresentado pelo professor.

Nesta oportunidade ainda, o professor solicita que grupos sejam formados e que estes façam uma experiência simples, podendo ser dentro ou fora da sala de aula ou até para casa se preferir. O ideal é que seja realizada em um ambiente cujo o piso seja o mais liso possível. A experiência consiste no seguinte:

1. Coloque meias nos seus pés e deslize sobre um chão liso ou parcialmente liso, depois tire as meias e tente deslizar sobre o mesmo chão. Qual a diferença no movimento entre as situações 1 e 2?
2. Ainda sobre a situação anteriormente descrita, seria possível dizer que em ambas as situações o chão exercia em seus pés algum tipo de força? Justifique!
3. Qual seria a sua solução para que você continuasse com seu movimento por mais tempo, utilizando as meias?
4. O que aconteceria com a velocidade do seu corpo se o movimento pudesse ser executado por um intervalo de tempo maior, percorrendo assim uma maior distância e sem interrupções do meio do caminho?

Com a discussão das perguntas, o aluno reforçará o conceito de força estudado na parte 1 deste módulo, reforçará a compreensão sobre força normal e força de atrito e será guiado ainda a refletir acerca de como a velocidade de corpos pode ser alterada na presença ou ausência de forças. E neste ponto, o professor guia a discussão com o intuito de trazer à tona conceitos estudados no módulo 1, no que diz respeito às condições de presença ou ausência de aceleração no movimento de corpos.

#### **4.6 MÓDULO 6 – LEIS DE NEWTON**

##### **Objetivos:**

- Conhecer e estudar as forças e efeitos que atuam sobre um corpo produzindo ou alterando o seu movimento, ou até mesmo deformando-o.

- Discutir o conceito de força, em termos da alteração no estado de movimento, ou repouso, de um corpo;
- Discutir o conceito de força resultante;
- Apresentar uma visão geral sobre as leis de Newton;
- Auxiliar os alunos no processo de análise do movimento de diferentes corpos a partir das leis de Newton.

**Recursos:**

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.
- Projetor.
- Laboratório de Informática.

**Metodologia:**

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 4h ou 2 semanas de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

No primeiro momento, o professor leva os alunos ao laboratório de informática, para uma pesquisa orientada sobre: A biografia de Isaac Newton e sua obra. As leis de Newton, conhecidas como leis do Movimento. O contexto histórico vivenciado por Newton e a relação que podemos estabelecer entre Newton e Galileu. As leis de Newton e suas aplicações tecnológicas (a função do cinto de segurança, do encosto de cabeça e do *air bag* nos automóveis). Poderão ser utilizados os seguintes links:

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac\\_Newton](https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton)

<http://www.brasilescola.com/fisica/um-fisico-chamado-isaac-newton.htm>

<http://www.suapesquisa.com/biografias/isaacnewton/>

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Leis\\_de\\_Newton](http://pt.wikipedia.org/wiki/Leis_de_Newton)

Estima-se um tempo de 1h para a execução do primeiro momento da aula.

O segundo momento da aula expositiva é iniciado com apresentação dos vídeos:

1- Exibição do primeiro vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=6BFR26hcbko> . Neste ponto o professor abre uma discussão sobre o comportamento dos corpos após um choque.

2- Exibição do segundo vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=4KDnaUfvnJI>, discutir a existência do par ação e reação e a relação entre força resultante, massa e aceleração.

Após a execução dos dois momentos de aula, o professor relaciona a primeira lei de Newton ao movimento retilíneo uniforme (MRU), associando ainda a primeira e a segunda lei de Newton à aceleração e por fim, associa a importância da utilização do cinto de segurança com a primeira lei de Newton.

Aqui, algumas questões são apresentadas à turma para discussão, como:

- Por que você cambaleia para frente quando o ônibus para subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele torna-se mais rápido? Que lei se aplica aqui?
- Ao aplicar a mesma força resultante sob dois objetos de massas diferentes, qual deles irá adquirir maior aceleração?
- Se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza é de algum modo triplicada, em quanto cresce a aceleração?

Após o momento de discussão das respostas apresentadas pelos alunos, o professor inicia uma discussão, através da utilização de um texto de apoio, sobre a importância da utilização do cinto de segurança e em como as Leis de Newton estão associadas a este fenômeno.

O texto utilizado segue abaixo:

### **A IMPORTÂNCIA DO CINTO DE SEGURANÇA**

Os cintos de segurança são o meio mais eficaz que se dispõem para reduzir o risco de ferimentos graves e mortes em acidentes de automóvel. Para sua própria proteção e dos demais ocupantes do veículo utilize sempre os cintos de segurança quando o veículo estiver em movimento. Gestantes e pessoas fisicamente debilitadas também devem utilizar os cintos de segurança, elas estão mais propensas a ficarem seriamente feridas se não estiverem usando cintos de segurança.

O cinto de segurança impede, em caso de colisão, que seu corpo se choque contra o volante, painel e para-brisas, ou que seja projetado para fora do carro. Os passageiros sentados no banco traseiro, sem os cintos de segurança, não somente se põem em perigo, como também colocam em perigo os passageiros dos bancos dianteiros. Numa colisão frontal eles também se moverão para a frente onde podem bater e ferir o motorista ou passageiro do banco dianteiro.

Em uma colisão de veículos a apenas 40km/h, o motorista pode ser atirado violentamente contra o para-brisas ou arremessado para fora do carro. Alguns motoristas pensam que podem amortecer o choque segurando firmemente no volante. Isto é ilusório, porque a força dos braços só é eficaz a uma velocidade de até 10 km/h.

Estatísticas sobre acidentes mostram que passageiros que usam correntemente os cintos de segurança, têm um risco menor de se ferirem e uma chance muito maior de sobreviverem num acidente. Por este motivo, a utilização dos cintos de segurança é exigida legalmente na maioria dos países.

Lembre-se!

O uso do cinto não é opcional. Faz parte das condições de segurança do carro, assim como os freios. Se o carro estiver a 20 km/hora e colidir, a cabeça dos ocupantes será projetada na mesma velocidade contra o para-brisa. É o suficiente para provocar a perfuração do globo ocular. Portanto, o uso do cinto de segurança é necessário mesmo em baixa velocidade. Imagine o que pode acontecer a 50, 80 ou 100km / hora.

Fonte: <http://www.duoblindagens.com.br/blog/a-importancia-do-cinto-de-seguranca/>  
(Acessado em 05/03/2019 às 12:34)

No terceiro e último momento da aula, o professor faz junto com a turma a resolução dos exercícios propostos pelo livro didático utilizado pela escola.

Com a utilização dos recursos multimídias sobre as leis de Newton, espera-se que ao fim das aulas o aluno formule uma visão geral da mecânica newtoniana, compreenda o conceito de massa como uma construção científica ligada à concepção de força, perceba a influência da dimensão de um corpo no seu comportamento perante a aplicação de uma força, aproprie-se do conceito de condições de equilíbrio estático identificado na primeira lei de Newton. Com as ideias de matéria e espaço bem fundamentadas, o conceito de força será definido a partir da variação temporal da quantidade de movimento, que constitui a segunda lei de Newton.

## 4.7 MÓDULO 7 – IMPULSO, MOMENTO LINEAR, RELAÇÃO DE IMPULSO E MOMENTO LINEAR E VARIAÇÃO DO MOMENTO LINEAR

### Objetivos:

- Discutir o conceito de impulso de uma força.
- Compreender a relação entre força e tempo como grandezas inversamente proporcionais.
- Discutir o conceito momento linear.
- Compreender a relação entre massa e velocidade no momento linear.
- Compreender a relação entre impulso e momento linear a partir da apresentação do teorema do impulso.
- Discutir a importância da utilização de dispositivos de segurança em automóveis, tais como o cinto de segurança e *airbag*.

### Recursos:

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.
- Projetor.
- Laboratório de Informática.

### Metodologia:

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 4h ou 2 semanas de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

A discussão inicial se dá através da apresentação das imagens que seguem:





Fonte das imagens da primeira para a última:

<https://www.terra.com.br/esportes/tenis/guga-e-nomeado-embaixador-do-hall-da-fama-do-tenis-e-uma-honra,b69e481c6deeadd32b7696052e2549dbmfbme795.html> (Acessado em 05/03/2019 às 13h48min)

<https://www.elo7.com.br/futebol-peteleco/dp/144B7B> (Acessado em 05/03/2019 às 13h50min)

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/airbags.htm> (Acessado em 05/03/2019 às 13:51)

Inicialmente o professor apresenta a situação da interação da bola de tênis com a raquete e a imagem do futebol com peteleco. Após a apresentação das imagens, o professor pergunta:

1. Pode-se dizer que o intervalo de tempo no contato da bola de tênis com a raquete e no futebol com peteleco, é longo ou curto?
2. E o que se pode dizer da força aplicada na bola e nas peças dos jogos de futebol?

Essas perguntas são realizadas para que o aluno entenda a relação entre força aplicada com o tempo de interação entre a raquete e a bola e entre o dedo e as peças do jogo de futebol. Estas situações do cotidiano, apesar de simples, são suficientes no momento para que o aluno compreenda a relação de proporcionalidade entre força e tempo para a compreensão do conceito de impulso de uma força.

Com esta abordagem inicial, se espera que os alunos compreendam a relação entre força e tempo e compreenderam também como calcular o impulso de uma força. Ressalta-se aqui que a apresentação da relação matemática que permite o cálculo do impulso de uma força é apresentada pelo professor após ele perceber que a turma compreendeu o conceito de impulso.

Após a apresentação da relação matemática para o cálculo de impulso, a professora solicitada que a turma se divida em grupos de até cinco (5) integrantes e fornecendo um tempo de aproximadamente 3 minutos, pede para que os grupos

respondam à pergunta: “Seria possível afirmar que força e tempo são grandezas inversamente proporcionais?”

O professor direciona a aula de modo que os alunos concluam que de fato força e tempo, neste caso, são grandezas inversamente proporcionais.

Após este momento, o professor reforça com a turma o conceito de grandeza escalar e vetorial, de maneira a reforçar força e impulso como grandezas vetoriais e tempo como grandeza escalar. Depois de explanado tudo e esclarecido todas as dúvidas, o professor orienta a turma a fazer uma pesquisa no laboratório de informática da escola sobre a função do *airbag*, para que eles consigam associar este dispositivo com o conceito de impulso.

Na segunda parte da aula, o professor discute junto aos alunos as três questões iniciais apresentadas, são elas:

1. Afinal, o que é quantidade de movimento ou momento linear?
2. Suponha que haja dois veículos com a mesma velocidade indo em sua direção, uma bicicleta e um carro, por qual dos dois você escolheria ser atingido se tivesse o poder de escolha? Justifique!
3. Para você, é correto afirmar que velocidade mata? Justifique!

Sem nenhuma explicação prévia sobre quantidade de movimento, o professor inicia a discussão com o primeiro questionamento apresentado, a fim de compreender o conhecimento empírico dos alunos. É solicitado que os alunos façam grupo de até cinco (5) integrantes e discutam as respostas entre si. Dado um tempo de aproximadamente 10 minutos para discussão, os grupos apresentam suas respostas e o professor vai direcionando a situação de modo que os alunos compreendem que o momento linear depende do conhecimento da massa e da velocidade do corpo estudado.

Passados os 10 minutos, o professor apresenta no quadro a relação entre impulso e momento linear a partir da segunda Lei de Newton. Apresentando a quantidade de movimento como uma grandeza vetorial.

Dando continuidade à aula, o professor volta ao tópico abordado na última aula sobre a importância e função do *airbag*.

Aqui o professor sugere a análise da relação entre impulso e momento linear com o dispositivo de segurança que a indústria automobilista disponibiliza em nossos carros. Que dispositivo é este? O *airbag*.

Neste momento, o professor discute com a turma a função do *airbag* partindo do teorema do impulso apresentado anteriormente. Aqui, se pretende que os alunos

compreendam que o *airbag* está inteiramente relacionado ao tempo de frenagem do veículo. Desta forma, eles compreendem que quando se aumenta o tempo de frenagem do veículo, a força necessária para que o corpo pare diminui. Esta relação de grandezas inversamente proporcionais foi discutida em tópicos anteriores e neste caso, se acredita que no módulo final os alunos tenham melhor desenvolvido os subsunçores necessários para a compreensão do conteúdo trabalhado.

E para quase finalizar a aula, o professor aborda ainda a importância da utilização de dispositivos de segurança, a professora discute junto a turma sobre a função e importância do cinto de segurança. Trazendo aqui uma abordagem deste dispositivo com a primeira lei de Newton, denotando ainda a importância de um veículo apresentar os dois dispositivos de segurança mencionados (*airbag* e cinto de segurança), reforçando a ideia de que a utilização de um dispositivo não anula a utilização do outro.

O professor solicita para casa uma atividade de pesquisa que responda ao questionamento: “Para você, é correto afirmar que velocidade mata? Justifique!” Esta pesquisa servirá de base para melhor compreensão da aula seguinte, que abordará o conceito de energia e mais precisamente, o conceito de energia cinética.

#### 4.8 MÓDULO 8 – ENERGIA CINÉTICA

##### Objetivos:

- Discutir o conceito de impulso de uma força.
- Compreender a relação entre força e tempo como grandezas inversamente proporcionais.
- Discutir o conceito momento linear.
- Compreender a relação entre massa e velocidade no momento linear.
- Compreender a relação entre impulso e momento linear a partir da apresentação do teorema do impulso.
- Discutir a importância da utilização de dispositivos de segurança em automóveis, tais como o cinto de segurança e *airbag*.

##### Recursos:

- Piloto para quadro branco.
- Quadro Branco.

- Projetor.
- Laboratório de Informática.

**Metodologia:**

- Aula expositiva e dialogada.

**Duração da aplicação do módulo:** 4h ou 2 semanas de aula, considerando cada aula com duração de 1h e que a carga horária da disciplina seja de 2h semanais.

Posteriormente levante-se os questionamentos: Qual a energia associada ao movimento? Velocidade mata? E a partir destes questionamentos, o professor aborda o conceito e energia cinética e evidencia que em uma colisão envolvendo um veículo que viaja a 120 Km/h é muito mais perigosa que uma colisão envolvendo um veículo que viaja a 100 km/h. Sendo a energia cinética a grandeza, por excelência, causadora de deformações, então é de se conjecturar que uma grandeza que seja proporcional ao quadrado da velocidade deva ser vista com especial atenção. A conhecida expressão ***velocidade mata!!!!*** poderia ser expressa com ainda mais propriedade pela expressão ***velocidade ao quadrado mata ainda mais!!!!***

Agora então que supostamente houve a compreensão entre impulso e quantidade de movimento e energia cinética, intercala-se a segunda lei de Newton provando que o impulso pode ser igualado à variação da quantidade de movimento.

Na oportunidade, feita a demonstração matemática, o professor trabalha o texto de apoio sobre a utilização de *air bags* como dispositivo de segurança em veículos e discute com os alunos como este dispositivo é capaz de salvar vidas. O texto de apoio está evidenciado num link do ebook digital criado para o desenvolvimento da sequência didática.

Diante da discussão, o professor faz uma demonstração matemática que evidencia uma situação mostrada em vídeo, apresentando assim a relação de outro conceito físico como parte da prevenção de acidentes do trânsito.

Além disso, é solicitado ainda que o aluno ou grupo de alunos, responda aos questionamentos:

1. Utilizando conceitos de Física, explique como a utilização do cinto de segurança e *air bags* podem ser os principais dispositivos de segurança para salvar a vida

dos ocupantes dos veículos, caso ocorra uma colisão frontal ou lateral do veículo.

2. Escolha dois veículos mais populares na cidade e explique conceitos Físicos que os motoristas devem conhecer até então para melhor conviver no trânsito.

Após assistir aos vídeos, a sequência é finalizada com um texto motivador que traz uma notícia que choca aos jovens, este texto mostra que o trânsito é a *maior* (grifo do autor) causa de morte de jovens entre 10 e 19 anos.

Logo, no fim deste módulo então, além de desenvolver a competência de saber utilizar o *air bag* e conhecer sua importância, o aluno apresentará também a habilidade de informar outros através da importância de sua utilização. Perceba que aqui encontra-se ainda a possibilidade de incrementação aos subunçoes impulso, quantidade de movimento, variação da quantidade de movimento e a segunda lei de Newton.

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS

Na sequência didática produzida neste trabalho, o objetivo foi construir um material que articulasse conceitos importantes da estrutura cognitiva dos alunos a fim de relacionar os conteúdos a serem aprendidos àquilo que os discentes já sabiam. Essa construção foi feita a partir da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que relaciona subsunções e a aprendizagem significativa.

Essa aprendizagem será um dos focos deste trabalho, a análise dos resultados também partirá de pressupostos da aprendizagem significativa. A análise dos dados será feita qualitativamente através das observações feitas pela professora durante as aulas, sendo aqui descrito um relato da experiência vivenciado pela mesma.

A partir destas observações pretende-se identificar elementos de uma aprendizagem significativa, discutindo-se então a relação das ideias ancoradas com o conteúdo a ser aprendido e a relevância do material para que esse processo acontecesse.

### 5.1 MÓDULO 1

Dentro do primeiro módulo, a intenção principal era a de que os conceitos de velocidade escalar média e aceleração escalar média, fossem compreendidos de forma mais significativa, uma vez que são fundamentais para o entendimento correto da cinemática. A qualidade da aprendizagem desse módulo é crucial para que os alunos pudessem ter uma análise e compreensão mais aprofundada dos outros módulos que se seguiram.

Dentro as observações feitas durante as aulas, se procurou trechos das falas dos alunos que identificassem as suas ideias ancoradas, ou seja, a compreensão que os estudantes fizeram em relação aos organizadores prévios e momentos de apropriação dos conceitos trabalhados em sala de aula.

A partir das imagens iniciais do módulo e do iniciando a discussão, os alunos se reuniram em grupos e discutiram sobre as concepções que possuíam sobre o tema da cinemática. Inicialmente, foi cedido um tempo para pensarem sobre as imagens e após a divisão em grupos foi concedido mais um tempo para responder as perguntas. Após esse tempo foi discutido com a sala a resposta de cada grupo, a fim de compartilhar os

conhecimentos prévios e identificar os mais comuns para a explanação da aula. Assim foi possível perceber quais eram os conhecimentos iniciais dos alunos.

1. Professora: Bom galera, a partir disso que vocês pensaram, montem grupos de até quatro pessoas e respondam as perguntas do iniciando a discussão.

2. Alunos discutindo.

3. Professora: Bom, vamos lá galera, vamos discutir sobre as perguntas. Então na questão 1 a pergunta é: Discuta com seus colegas uma hipótese sobre o que é velocidade e de quais grandezas ela depende. Não se preocupe com o rigor das respostas, deixe a imaginação agir.

4. Aluna LR: Quando um corpo se movimenta com rapidez

5. Professora: Então vamos lá, vou pegar por grupo para ser mais fácil. Nós discutimos no início da atividade que a velocidade escalar média depende de duas grandezas. É só vocês lembrarem dos exemplos com João e Marcela. O que diferenciava um exemplo do outro?

6. Aluno GL: O tempo da viagem.

7. Aluna LR: Isso. Porque a distância era a mesma. De 70 km se não me engano.

8. Professora: 72 km da verdade.

9. Aluna RM: A gente percebeu que Marcela realizou a viagem mais rapidamente porque o tempo que ela gastou foi menor que o de João.

10. Professora: Isso, aluna RM. Muito bem!

11. Aluna RM: Então podemos dizer que a velocidade escalar média depende do espaço percorrido e o tempo gasto.

12. Professora: Perfeito. E vocês, concordam?

13. Aluno GS: Sim. Concluimos também que João é “lentão”.

14. Risadas

15. Professora: Tá. Mas, então. Vocês concordam que a velocidade escalar média depende do espaço percorrido e do tempo?

16. Aluno GS: Claro que sim, professora.

17. Professora: Mas estas grandezas são consideradas diretamente ou inversamente proporcionais?

18. Aluna LB: Quando a distância aumenta o tempo diminui e quando o tempo aumenta, a distância diminui. Então, elas são inversas.

19. Professora: Certo... E vocês, concordam?

20. Aluna AH: Concordamos. Marcela mesmo fez o percurso mais rápido porque gastou

menos tempo.

Nessas discussões os alunos optaram por um único aluno representar o grupo todo sobre as perguntas debatidas previamente. E através das discussões dos alunos se pode perceber algumas qualidades comuns para velocidade, como rapidez e sua dependência com o tempo gasto para a realização de um trajeto. Isto deve à familiaridade deste conceito que muitos estudantes dessa turma possuem.

Além disso, a segunda pergunta do iniciando a discussão exige uma noção sobre velocidade escalar média, uma vez que, para determinar outras formas de verifica-la além da utilização de um velocímetro (material citado por eles como um dos únicos a fazer o papel de medir velocidade). A discussão feita em sala através desta pergunta ocorreu mais ou menos da seguinte maneira:

21. Professora: E então pessoal, como vocês fariam para calcular a velocidade de um corpo?

22. Aluno GL e RM: A gente ia precisar saber a distância que o corpo andou e o tempo que ele gastou.

23. Professora: Com certeza! Mas, como faríamos este cálculo?

24. Muitos alunos: Dividindo a distância pelo tempo.

25. Aluno GB: É. Faz a divisão mesmo.

26. Aluno MB: E o tempo fica embaixo porque é inversamente proporcional com a distância.

27. Professora: Exato!

28. Professora: Pergunta três. Explique o que acontece com a velocidade quando o motorista move rapidamente o acelerador.

29. Aluno GL: A moto acelera.

30. Aluna RM: A velocidade da moto aumenta.

31. Aluno GS: Mas, pode diminuir também. Vai depender do uso do acelerador, das curvas, quebra-molas. Enfim... Do trajeto feito.

32. Professora: Exatamente! Aqui nós percebemos que o ato de acelerar está vinculado à alteração da velocidade, podendo ela ser em valor numérico (módulo), direção ou sentido.

33. Aluno GS: Como assim “sentido”?

34. Professora: Sentido é utilizado para dizer se o movimento é da direita para esquerda, da esquerda para direita, de baixo para cima, de cima para baixo, horário, anti-horário.

35. Aluno GS: Ah sim! Entendi!

A partir dessas falas, se pode perceber certa compreensão sobre velocidade média e aceleração média, uma vez que os alunos compreenderam quais são as grandezas associadas à velocidade e entenderam mais ainda como a aceleração está vinculada à velocidade. Dentro da discussão o professor mediou as falas dos alunos incentivando que expusessem quais eram suas visões sobre o tema para que os conhecimentos prévios dos alunos fossem compartilhados, e assim construir uma conexão mais forte entre os conceitos que seriam apresentados posteriormente e a noção geral que a classe tinha sobre estes conceitos.

36. Professora: Vamos discutir agora as perguntas 4 e 5 de uma só vez. Qual a relação entre aceleração e velocidade? E o que significa dizer que o “coração acelera”?

37. Aluno GL: Quando a gente move o acelerador da moto mesmo, como já foi falado, a gente faz com que a velocidade da moto mude, podendo aumentar ou diminuir.

38. Vários alunos: É, professora.

39. Aluno GS: Então acelerar é aumentar ou diminuir a velocidade.

40. Professora: Sim, também!

41. Aluno GL: E depende de mais o que, professora?

42. Professora: Lembram quando o aluno GS falou anteriormente que a aceleração dependia da velocidade, aumentando ou diminuindo, mas que também dependia do trajeto, em que ele citou as curvas inclusive?

43. Aluno GL: Lembro sim.

44. Professora: Então. Não basta conhecer o módulo da velocidade para conhecermos a aceleração. Antes é necessário que conheçamos também o sentido e a direção do movimento.

45. Aluna RM: Verdade! Faz todo sentido!

46. Professora: Logo, podemos dizer que a velocidade é uma grandeza vetorial. Porque as grandezas vetoriais na Física são aquelas em que precisamos designar o módulo, a direção e o sentido do vetor.

Esse tipo de interação é muito significativa para que a aprendizagem se processe, pois os alunos trocam seus conhecimentos acrescentando-os, além de deixar a aula menos cansativa, pois não somente o professor tem a palavra. Essa abordagem correlaciona os elementos conhecidos pelos alunos e os altera à medida que os conceitos

mais novos e complexos vão aderindo-se aos conhecimentos prévios dos estudantes. Ao fim do módulo foi utilizada uma lista de exercícios a fim de sedimentar os conceitos trabalhados em sala durante as aulas.

Pensou-se de imediato em fazer uma verificação mais aprofundada dos conteúdos trabalhados somente no final, a partir da utilização de outra abordagem, uma vez que a resolução de exercícios matemáticos não é muito confiável para a análise da aprendizagem significativa, pois os alunos se acostumam com o modo de resolução padrão dos exercícios repetindo-os mesmo quando não há aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000).

Porém, pode-se perceber um empenho maior dos alunos em sala para com os exercícios e uma compreensão maior dos conceitos trabalhados em aula, mesmo que para alguns estudantes essa melhora fosse bastante discreta.

## **5.2 MÓDULO 2 - VETORES**

O objetivo do módulo 2 era trabalhar de forma mais aprofundada o conceito de vetores, para reforçar a conclusão obtida no módulo 1 de que velocidade é uma grandeza vetorial.

Por ser um conteúdo com maior abordagem matemática, a interação dos alunos foi menor quando comparada a interação do módulo 1.

Mesmo assim, foi possível observar que ao fim do módulo, boa parte dos alunos haviam compreendido o conceito de grandeza vetorial, assim como fazer operações matemáticas envolvendo vetores.

## **5.3 MÓDULO 3 - MOVIMENTO UNIFORME E MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO**

A primeira aula deste módulo foi mais atrativa para os alunos com relação a aula do módulo anterior, simplesmente porque a aula aconteceu no laboratório de informática da escola e a professora a iniciou utilizando um jogo muito conhecido: *Need for Speed*.

No momento de descontração realizado no início da aula e que durou cerca de 20 minutos, o professor desafia a turma quando solicita que os alunos tentem desenvolver no jogo um movimento com velocidade constante e com aceleração.

Este desafio inicial serviu de estímulo para os alunos, o que os impulsionou a

interagir mais. Como consequência, os alunos se sentiram mais à vontade e mais seguros para responder as perguntas lançadas posteriormente pela professora.

Apesar das perguntas terem sido apresentadas no capítulo anterior, ressalto aqui que as perguntas foram:

- Foi possível executar um movimento com velocidade constante e com aceleração?
- Como podemos diferenciar movimentos com e sem aceleração?
- Como podemos prever a localização de um móvel em determinado instante se a velocidade é sempre a mesma?

Foi incrível a maneira como as respostas a estas perguntas fluíram bem, simplesmente pelo fato da aula ter sido iniciada com mais leveza, mesmo com conteúdo físico implícito para os alunos.

Observemos a resposta de um dos alunos para uma das perguntas realizadas acima:

Aluna RM: Não dá pra ter aceleração e deixar a velocidade ser sempre a mesma. O jogo mesmo mostrou isso. Quando a gente pisa no acelerador, mesmo no jogo, a velocidade muda junto. É como se uma coisa mudasse a outra.

E as respostas de boa parte dos alunos seguiu o mesmo padrão. Respostas essas obtidas por meio das observações que eles mesmos fizeram enquanto estavam jogando.

No momento de comparação das respostas, realizado após os alunos terem escrito as respostas das perguntas em seus cadernos, o professor volta a utilizar o jogo *Need for Speed* tomando o comportamento do velocímetro como guia para diferenciar os movimentos acelerados dos movimentos com velocidade constante, com o objetivo de fazer com que os alunos compreendam a diferença entre movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado.

Pela interação e respostas obtidas, foi percebido que houve grande compreensão dos alunos quanto a diferenciação dos tipos de movimentos estudados.

Já no segundo momento da aula, cujo foco era analisar a pergunta: “Como podemos prever a localização de um móvel em determinado instante se a velocidade é sempre a mesma?” A professora solicita que os alunos preencham uma tabela (apresentada no tópico 4.6 do capítulo anterior), com os respectivos valores de posição e velocidade observados a partir de um vídeo apresentado.

A finalidade da apresentação do vídeo e preenchimento da tabela era que os alunos construíssem os gráficos da **posição x tempo** e da **velocidade x tempo**.

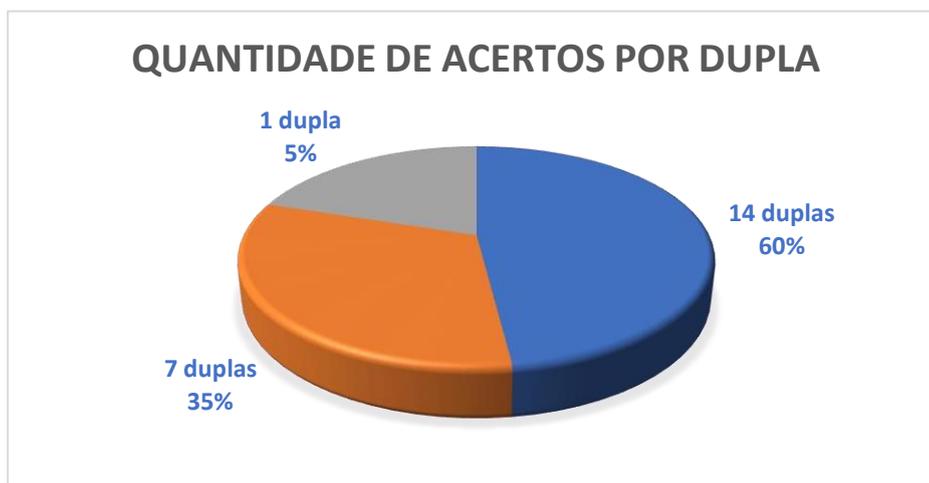
Neste momento da aula, não houve dificuldade alguma por parte dos alunos em preencher as tabelas com os dados solicitados, mas houve grande dificuldade em construir os gráficos com estes valores.

No entanto, com o auxílio da professora os alunos conseguiram construí-los posteriormente. E assim a primeira semana de aula foi encerrada.

No início da segunda semana, abordando ainda o mesmo conteúdo, foi realizado um *quiz* com a utilização de *cards* coloridos, realizado em duplas.

A ideia do *quiz* era averiguar com mais detalhes a compreensão dos alunos no que diz respeito aos conteúdos estudados.

Deste *quiz* com um total de 20 questões, alternando entre questões simples e medianas e levando em consideração a turma de 45 alunos e que os alunos se formaram em duplas para responderem, os resultados foram:



Quatorze dentre as vinte e duas duplas formadas para o *quiz*, acertaram 60% das questões, o que corresponde a 12 acertos.

Sete duplas acertaram 35% das questões, correspondendo a 7 acertos e uma dupla acertou apenas 5% das questões, correspondendo a 1 acerto.

Como a atividade era em dupla e a turma era composta por 45 alunos, 1 aluno preferiu fazer sozinho. Este aluno acertou 12 questões dentre as 20 questões apresentadas no *quiz*.

Logo, de acordo com o resultado obtido, foi possível perceber que houve uma boa taxa de aprendizado, já que mais de 50% dos alunos conseguiram obter um resultado relativamente satisfatório de 60% de acertos no teste.

No entanto, acredita-se ainda que a taxa de aprendizado poderia ter sido melhor. O que se presume que talvez o conteúdo precisasse ser revisto, a metodologia adotada poderia ser diferente ou o nível das questões alterado, deixando mais próximo do que

fora visto durante as aulas.

De todo modo, os resultados nos serviram para analisar os possíveis pontos de melhoria para que a taxa de aprendizado aumente.

#### **5.4 MÓDULO 4 - MOVIMENTO RELATIVO**

Com a sala dividida em grupos de até 5 integrantes, o professor iniciou a aula abordando uma situação comum do cotidiano de um ônibus em movimento. E em seguida lança as perguntas:

- a) Em relação ao ponto, o ônibus e as pessoas estão em movimento?
- b) Em relação ao ônibus, o ponto e as pessoas estão em movimento?

As perguntas foram realizadas para também reforçar os subsunçores trabalhados no primeiro módulo.

Depois de revisado esse conceito e de entregar uma folha em branco para cada grupo, solicitando que eles desenhasssem uma trajetória plana com a representação de duas pessoas, estabelecendo uma distância entre as pessoas representadas, assim como os módulos da velocidade de cada um. O professor apresentou a função horária da posição do movimento uniforme, apresentou um exemplo e solicitou que os alunos respondessem as questões:

1. Qual o tempo até o encontro dos corpos?
2. Quanto cada corpo andará até se encontrar?

Como os valores das distâncias entre os corpos foram estipulados por eles mesmos segundo as representações feitas, não havia a possibilidade de cópias de respostas. Então cada grupo calculou o seu.

De maneira que os resultados obtidos foram:

- Dos 9 grupos formados e mediante os valores que eles atribuíram para distância e velocidade, 4 grupos responderam corretamente as 2 questões solicitadas.
- 3 grupos acertaram 1 das 2 questões
- E 2 grupos não conseguiram responder nenhuma.

Apesar de praticamente 50% da turma ter acertado às 2 questões solicitadas, o déficit com relação aos outros grupos nos leva a crer que algum subsunçor precisa ser revisado para que a proporção de acertos aumente.

## 5.5 MÓDULO 5 - FORÇA

A discussão inicial do módulo foi acerca do conceito de força, estabelecido como sendo intimamente conectado à interação entre corpos. Mais adiante, discute-se a relação da interação entre massas devido a ação de uma força. Este módulo apesar de mais curto e mais objetivo, é continuação do módulo 1 anteriormente estudado, pois aqui se discutirá a força como grandeza vetorial, reafirmando assim o conhecimento adquirido pelos alunos sobre “vetores” no módulo anterior.

Com uma abordagem introdutória realizada pela professora, os alunos compreendem a distinção entre força peso e massa e compreenderam também como calcular a força peso.

A partir de então, o iniciando a discussão deu-se da seguinte maneira:

1. Professora: Dividam-se em grupos como em nossa última aula e escolham três objetos diferentes da mochila de todos os que fazem parte de cada grupo.
2. Aluno GM: Professora? Como a gente vai saber a massa dos objetos se não temos balança?
3. Professora: Exatamente! Muito bem observado! Por isso que em sala vocês terão o trabalho de nomear os objetos escolhidos e organizar seus dados em uma tabela. Mas, o valor da massa destes objetos vocês colocarão apenas depois, pois será uma atividade para casa.
4. Aluno GL: Vou ter de ir na farmácia ou no açougue da minha casa pra pesar os objetos. (risos)
5. Professora: Isso mesmo! Não apenas você, mas todos os demais que estão fazendo parte de algum grupo. Agora, prestem atenção! Vocês já viram como calculamos o peso de um objeto nas proximidades da Terra e já sabem qual valor adotaremos para o cálculo do peso dos objetos. Vocês têm até a próxima aula para me entregarem este trabalho.

Concluída esta primeira parte da aula, mesmo a professora tendo solicitado um trabalho para ser feito em casa, deu-se continuidade ao “iniciando a discussão”.

6. Professora: Vamos discutir agora a segunda pergunta: Qual seria a diferença entre peso e massa?
7. Aluno GS: Sei que o peso é a relação entre a massa e a aceleração da gravidade no local. Mas, não sei direito como falar o que é massa.
8. Aluno MB: Massa é algo mais concentrado, sei lá.

9. Aluno GL: É tipo uma quantidade concentrada.
10. Professora: Podemos dizer que massa é a quantidade de matéria de um corpo. E a definição de peso dada pelo grupo do aluno GS está correta. Vocês concordam?
11. Aluno MB: Concordamos sim! Tipo, a gente pode ter a mesma massa aqui e na Lua, mas o peso não será o mesmo, porque a gravidade lá é menor.
12. Aluno GL: O peso muda de um lugar pra outro, já a massa não.
13. Professora: Exatamente! Muito bem! Logo, podemos concluir que o peso de um corpo depende de quais grandezas?
14. Aluno GM: Da massa e a da gravidade do local.
15. Professora: Ótimo! Que orgulho de vocês! A Física é linda mesmo, não é? (risos)

Após a discussão guiada, na qual houve relativa participação dos alunos, eles foram orientados a produzir uma tabela indicando os valores de massa e cálculo do peso dos objetos escolhidos.

Dentre as observações feitas pela professora em seu relato de experiência, pode-se observar que a relação que os alunos estabeleceram entre as grandezas massa e peso foi satisfatória. Ademais, os alunos apresentaram uma relativa compreensão dos conceitos explanados durante a aula, além da própria participação de alguns alunos que, em geral, não participavam da aula e não demonstravam muito interesse, participaram ativamente na discussão.

Vale ressaltar que esta aula foi bem curta, uma vez que mudanças precisaram ser feitas quase de última hora devido a uma atividade que seria realizada no pátio da escola com todos os alunos. Logo, o tema foi abordado e discutido dentro do tempo de aproximadamente 55 minutos.

Dentro do quinto módulo se situam os estudos sobre força normal e força de atrito. O objetivo desse módulo era que os alunos pudessem enxergar estes tipos de força no seu cotidiano, até mesmo pela enorme presença deles no dia-a-dia.

Nesse módulo a participação dos alunos foi menos intensa, até pela natureza do módulo. Assim sendo, tanto a discussão inicial quanto a explanação do conteúdo foi menos dinâmica que nos outros módulos sendo somente mais dinâmica a explanação do conteúdo articulada às relações no cotidiano.

A atividade desse módulo que teve um maior empenho e resultado foi com a utilização de meias no pátio da escola, que proporcionou também um momento de aprendizado e descontração. Nesta atividade experimental 1 proposta pelo iniciando a

discussão, os alunos se separam em grupos e investigaram como o movimento é influenciado com e sem utilização da meia nos pés em contato direto com o chão. Vale ressaltar que o pátio é sempre limpo no início das aulas no turno matutino, o que propicia um piso mais liso, conforme proposto nesta atividade.

Logo, neste primeiro momento o professor guiou uma discussão sobre a natureza da força de atrito e força normal, fazendo com que os alunos compreendessem que força de atrito se opõe ao movimento, depende da superfície, altera a velocidade do corpo (podendo aumentar ou diminuir) e é proporcional à força normal.

Vale ressaltar aqui que a força normal foi anteriormente discutida pela professora quando se levantou o questionamento: “Seria possível afirmar que a superfície aplica uma força nos pés de vocês, já que enquanto caminham vocês aplicam uma força sobre a superfície?”

A partir desta discussão, a maioria dos alunos concordaram que o chão exerce de fato uma força contrária à força aplicada pelos pés. E na oportunidade, a professora discorre acerca das características desta força, sendo intitulada de força normal, perpendicular à superfície e que possui a mesma direção de atuação da força peso, no caso a força aplicada pelos pés na superfície, porém sentidos contrários.

Durante a pesquisa desses fenômenos, a grande maioria dos alunos demonstrou bastante facilidade no entendimento sobre força de atrito e força normal. Uma vez que essas características são facilmente observáveis qualitativamente e a ampla conexão desses fenômenos com o cotidiano sedimentou esses conceitos mais facilmente.

Essas discussões foram bastante produtivas, pois eles puderam analisar as forças de atrito e força normal na mesma proporção em que se divertiam com a atividade experimental proposta.

## **5.6 MÓDULO 6 – LEIS DE NEWTON**

O objetivo deste módulo assim como dos anteriores, é correlacionar os conteúdos abordados, afim de que o estudante perceba a relação entre os conteúdos. E a partir deste módulo, necessariamente, os estudantes conseguiram perceber de forma mais clara a relação entre a Física e os acidentes no trânsito. Este entendimento mais claro se deu, a partir do estudo das Leis de Newton.

De forma já introdutória, são apresentadas três perguntas aos alunos. Estas perguntas foram conduzidas pelo professor, de maneira que os alunos, em grupos como

fora feito nas aulas anteriores, discutam entre si e posteriormente com toda a turma.

1. Professora: Vamos lá, galera. A primeira pergunta do iniciando a discussão diz respeito ao movimento de um ônibus cheio em que alguns passageiros permanecem em pé. Por que numa freada brusca todos os passageiros são arremessados para frente?

Neste momento, algumas hipóteses foram levantadas pelos alunos. No entanto, como até o momento nada se havia falado a respeito das Leis de Newton, as respostas foram bem vagas, principalmente por não apresentarem conceito físico claro que justificasse este efeito. Por isso, a professora achou melhor apresentar as três Lei de Newton após o levantamento deste questionamento. Um dos motivos desta escolha foi para que o aluno melhor apresentasse uma resposta para o efeito, e o segundo motivo, é que como agora o aluno está sendo conduzido por um questionamento prévio, seria mais fácil para ele associar o conteúdo à situação do cotidiano.

Assim, sendo feita a exposição das Leis de Newton, a professora volta ao questionamento: “Por que somos arremessados para frente quando estamos dentro de um ônibus e este é arremessado para frente?”

2. Aluno MB: Agora ficou mais fácil de entender, consigo enxergar as Leis de Newton nisso aí.

3. Aluno GL: Verdade. Acho que neste caso é a primeira lei de Newton que se encaixa melhor.

4. Professora: Por que você acha isso, aluno GL?

5. Aluno GL: Porque como os corpos estavam dentro do ônibus e o ônibus estava em movimento, todos os corpos estão também em movimento. E daí, se tá em movimento tende a continuar se movimentando, não é isso?

6. Aluno RM: Isso. O mesmo acontece quando a gente tá dirigindo uma moto. Tá tudo lá em movimento, aí a moto bate. Se a moto bate do nada, os corpos vão continuar em movimento, aí por isso que voam longe.

7. Aluno MB: E ainda depende da velocidade e da aceleração da moto, né? Porque se os caras tiverem pisados e batem, voam mais longe ainda.

8. Professora: Isso! Vocês estão certíssimos!

9. Aluno RM: Não sei se vocês lembram daquele acidente que aconteceu com o cantor Cristiano Araújo. Ele e a namorada estavam no banco de trás e sem cinto de segurança quando o carro deles bateu. Na hora da batida, eles voaram longe. O motorista ficou de boa porque tava com cinto de segurança.

10. Professora: Foi um acontecimento triste mesmo, mas de grande importância para

ser tratado nesta ocasião.

O aluno RM falou até meio que sem querer, sobre a importância do cinto de segurança. O cantor e a namorada foram arremessados longe porque estavam sem cinto, e morreram conseqüentemente, ao contrário do motorista. A mesma explicação que damos para o fato de pessoas dentro do ônibus serem arremessadas para frente numa freada, é a mesma que utilizaremos aqui. Neste triste acidente com o cantor Cristiano Araújo e com a namorada, todos estavam a mesma velocidade que o veículo em que nele se encontravam, que segundo informações da internet estavam em alta velocidade. Logo, quando o veículo tem seu movimento interrompido, todos os corpos dentro dele tendem a continuar em movimento, como é descrito pela primeira lei de Newton. Por que o motorista não foi arremessado? Porque estava usando cinto de segurança. Com este único exemplo, já podemos mensurar um pouco, a importância de se utilizar o cinto de segurança. Mas, este é apenas um exemplo. Tenho certeza que vocês conhecem outros relatos de acidentes no trânsito envolvendo outras pessoas ou até vocês mesmo.

11. Aluno MB: Um amigo meu morreu quando tava vindo de São Miguel dos Campos para Boca da Mata. Ele tava voltando de um casamento, tinha tomado algumas bebidas alcoólicas e mesmo assim, insistiu em dirigir depois disso. Disseram que ele tava correndo muito e numa curva, acabou perdendo o controle do carro. Ele não chegou a ser arremessado do carro, mesmo estando sem cinto. Mas, ficou preso nas ferragens e morreu na hora.

12. Professora: Eis um outro mal que mais causa acidente do trânsito: “A utilização de bebida alcoólica antes de dirigir.” Como você mesmo falou MB, seu amigo estava correndo muito. É muito raro vocês virem um motorista alcoolizado dirigindo em baixa velocidade. Bebida alcoólica e trânsito definitivamente não combinam.

Até este momento da aula a participação dos estudantes foi bastante intensa, eles pareciam vidrados quando os grupos relatavam os casos de acidentes do trânsito, principalmente quando tomaram um choque de que acidentes no trânsito não ocorrem só em rodovias, mas dentro da cidade também, mesmo sendo cidade pequena. Foi importante frisar isso porque muitos ainda apresentam aquele pensamento de: “Ah, mas isso só acontece com os outros, não acontece comigo não. Principalmente porque nem de Boca da Mata eu saio”. Como foi relatado por um dos alunos.

A questão aqui é trazer à tona da mensagem de que existem causas que ocasionam acidentes no trânsito e que da mesma forma que existem estas causas, existem formas de prevenção que são justificadas por meio do conhecimento de

conceitos físicos.

Perceba que, se a professora tivesse iniciado sua aula apresentando as leis de Newton e logo após, discutisse a importância do cinto de segurança, muitos alunos não veriam muito sentido e tomariam como um conteúdo para decorar porque vai ser cobrado na prova. Mas, abordar este tema trazendo à tona exemplos reais, com pessoas conhecidas até por eles, traz uma mensagem mais forte, mais real, com mais significado.

Posteriormente ainda a discussão sobre a importância da utilização do cinto de segurança, deu-se início ao iniciando a discussão e a partir de então, alguns subtemas trabalhados em módulos anteriores, puderam ser reforçados. Por exemplo, o aluno conseguiu associar à primeira lei de Newton ao Movimento Retilíneo Uniforme, que se trata de um movimento sem a atuação de forças ou com resultante de forças nula, uma vez que esta lei trata da tendência natural de repouso dos corpos ou na execução de um MRU (Movimento Retilíneo Uniforme).

Além disso, o estudante também conseguiu perceber que a primeira lei de Newton não está vinculada à existência de aceleração no movimento, porque ou a velocidade do corpo é nula ou permanece constante, ou seja, não há alteração no vetor velocidade e não havendo alteração neste vetor, não há aceleração.

Já sobre a segunda lei de Newton, os alunos compreenderam a razão da existência da aceleração em corpos. Qual a razão? A atuação de forças não nulas que atuam sobre ele.

Esta aula foi bem densa e dotada de informações, porém informações valiosas que precisaram ser discutidas para o reforço dos subtemas Movimento Retilíneo Uniforme, Velocidade, Aceleração e Força. Além disso, na segunda parte da aula, ou seja, no iniciando a discussão, a professora não conseguiu registrar muito da fala dos estudantes porque já se havia passado muito do tempo de aula e objetivo, era concluir este módulo nesta hora para não fugir do cronograma de atividades da professora e da escola.

Mas, de todo modo, foi um momento muito proveitoso, com intensa participação dos estudantes e com a assimilação dos conceitos físicos estudados pela maioria dos alunos que estavam participando efetivamente. Vale ressaltar ainda que o texto sobre a importância do cinto de segurança, assim como os exercícios de aplicação, ficou como atividades para casa.

## 5.7 MÓDULO 7 - IMPULSO, MOMENTO LINEAR, RELAÇÃO DE IMPULSO E MOMENTO LINEAR VARIAÇÃO DO MOMENTO LINEAR

Pode-se dizer que o módulo 7 é o mais denso de todos os módulos, uma vez que ele aborda de uma só vez os conceitos de quantidade de movimento, teorema do impulso e energia cinética, conceitos físicos essenciais para a melhor compreensão da relação existente entre a Física com os acidentes no trânsito.

A discussão inicial do módulo foi acerca da interação da bola de tênis com a raquete, para que o aluno entendesse a relação entre a força aplicada pela raquete na bola com o tempo de interação entre a raquete e a bola. Mais adiante, discute-se a mesma relação de força aplicada com tempo de duração da interação entre corpos, na situação de um “peteleco”. Estas situações do cotidiano, apesar de simples, são suficientes no momento para que o aluno compreenda a relação de proporcionalidade entre força e tempo para a compreensão do conceito de impulso de uma força. Este módulo, assim como o módulo 2, é mais curto e mais objetivo, e é continuação de módulos anteriormente estudados, pois aqui se discutirá ainda a respeito de força.

Com uma abordagem introdutória realizada pela professora a partir da discussão das situações apresentadas no início do módulo, os alunos compreendem a relação entre força e tempo e compreenderam também como calcular o impulso de uma força.

A partir de então, o iniciando a discussão deu-se da seguinte maneira:

1. Professora: Dividam-se em grupos como em nossa última aula e respondam a primeira pergunta: “Seria possível afirmar que força e tempo são grandezas inversamente proporcionais?”
2. Aluno MB: Professora, eu acho que elas são diretamente proporcionais, não?
3. Aluno GL: Na situação do jogo de tênis mesmo. O tempo de contato da bola com a raquete é menor quando a força que a gente aplica na raquete é maior. E a mesma coisa vale pro contrário. Então, se uma cresce e a outra diminui, elas são inversamente proporcionais.
4. Aluno GS: É verdade. Quando uma cresce e a outra diminui, são inversamente proporcionais.
5. Aluno RM: A mesma coisa na situação do peteleco. Se eu aumento a força, diminuo o tempo, se eu diminuo a força, aumento o tempo.
6. Professora: Exatamente! Até que vocês compreenderam bem o conceito de impulso, né? Agora, deixa eu perguntar outra coisa a vocês. Podemos considerar o impulso como

sendo uma grandeza vetorial?

7. Aluno GS: Pra ser vetor tem que ter módulo, sentido e direção, como a gente viu antes. Eu acho que impulso é vetor sim.

8. Aluno RM: Força é um vetor, mesmo o tempo não sendo. Então o impulso tem de ser vetor.

9. Professora: Aluno RM, por que o impulso tem de ser vetor pelo fato de a força ser vetor?

10: Aluno RM: Porque não faz sentido eu ter um vetor multiplicado por um que não é vetor, e o resultado não ser um vetor.

11: Então você está dizendo que força é uma grandeza vetorial, tempo é uma grandeza escalar. E que o produto de um vetor por um escalar resulta em um vetor?

12: Aluno RM: Acho que é isso mesmo! (Risos)

Após este momento, a professora reforça com a turma o conceito de grandeza escalar e vetorial até que todos compreendam o raciocínio do aluno RM. Depois de explanado tudo e esclarecido todas as dúvidas, a professora orienta a turma a fazer uma pesquisa no laboratório de informática da escola sobre a função do *airbag*, para que eles consigam associar este dispositivo com o conceito de impulso e momento linear, que é continuação deste módulo.

Para a continuação deste módulo, a professora discute junto aos alunos as três questões iniciais apresentadas, são elas: “Afinal, o que é quantidade de movimento?”, “Suponha que haja dois veículos com a mesma velocidade indo em sua direção, uma bicicleta e um carro, por qual dos dois você escolheria ser atingido se tivesse o poder de escolha? Justifique!” e por fim, “Para você, é correto afirmar que velocidade mata? Justifique!”. Sem nenhuma explicação prévia sobre quantidade de movimento, a professora inicia a discussão com o primeiro questionamento apresentado, a fim de compreender o conhecimento empírico dos alunos.

A partir de então, o iniciando a discussão deu-se da seguinte maneira:

1. Professora: Dividam-se em grupos como em nossa última aula e respondam a primeira pergunta: “Afinal, o que é quantidade de movimento?”

2. Aluno GL: Professora, eu acho que tem a ver com medir o movimento de alguma coisa.

3. Aluno MB: É... Tipo o velocímetro de um carro. A gente tem uma noção do movimento do carro olhando pra ele.

4. Professora: Vocês estão no caminho certo. Muito bem! Velocidade de fato é uma das grandezas usadas para “medir” a velocidade de um corpo. Mas, seria apenas a velocidade a grandeza necessária para isto?

5. Aluno RM: Acho que não. Mas, não sei dizer qual outra grandeza seria usada pra isso.

6. Professora: Vamos ao segundo questionamento então. Vamos aqui imaginar uma situação hipotética. Imaginem que vocês estão conversando com um amigo na porta de sua casa e do nada, surge dos veículos desgovernados em sua direção, sendo eles uma bicicleta e uma motocicleta. Neste momento, você não tem para onde correr, a não ser escolher se será atingido pela bicicleta ou pela motocicleta. No entanto, há um detalhe crucial nisso, os dois veículos estão a mesma velocidade. Por qual veículo você escolheria ser atingido?

7. Aluno GL: Pela bicicleta, é claro! Risos!

8. Aluno RM: Ou professora, quem iria escolher ser atingido por uma moto ao invés da bicicleta? A resposta é óbvia! Risos!

9. Professora: Ué! Mas não deveria ser tão óbvia assim. Afinal, quando discutimos a primeira questão sobre quantidade de movimento, vocês afirmaram que velocidade era a grandeza que vinha a cabeça de vocês para relacionar a quantidade de movimento de um corpo. Mas, se a bicicleta e a motocicleta estão com a mesma velocidade, a quantidade de movimento de ambas não deveria ser a mesma?

10. Aluno GS: É... Agora a senhora pegou a gente! Espertinha demais! Risos!

11. Aluno RM: Verdade, professora! Mas, agora quando a gente para pra pensar melhor, vemos que só a velocidade não define a quantidade de movimento de um corpo, o peso dele interfere também.

12. Professora: Exatamente! Afinal, por que vocês escolheram ser atingidos pela bicicleta mesmo?

13. Aluno GL: Por que ela é mais leve que a moto.

14. Professora: Isso! A massa dela é menor. E agora, podemos dizer que a quantidade de movimento depende apenas da velocidade?

15. Aluno RM: Não! A depende da massa também!

16. Professora: Muito beem! Vocês são tops demais mesmo! Risos! Agora, a partir do que discutimos até então, vocês já podem começar a responder as questões 1 e 2 do “Iniciando a Discussão”.

Neste momento, a professora concede 10 minutos a turma para que em grupos,

respondam as questões solicitadas. Passados os 10 minutos, a professora apresenta a relação entre impulso e quantidade de movimento a partir da segunda Lei de Newton. Apresentando a quantidade de movimento como uma grandeza vetorial.

Dando continuidade à aula, a professora volta ao tópico abordado na última aula (módulo 5), sobre a importância e função do *airbag*.

17. Professora: Pessoal, agora que vocês compreendem o que é impulso e quantidade de movimento, vamos analisar melhor a relação destas duas grandezas com o dispositivo de segurança que a indústria automobilista disponibiliza em nossos carros. Que dispositivo é este? O *airbag*.

Neste momento, a professora discute com a turma a função do *airbag* partindo do teorema do impulso apresentado anteriormente. Aqui, os alunos compreendem que o *airbag* está inteiramente relacionado ao tempo de frenagem do veículo. Desta forma, eles compreendem que quando se aumenta o tempo de frenagem do veículo, a força necessária para que o corpo pare diminui. Esta relação de grandezas inversamente proporcionais foi discutida em tópicos anteriores e neste caso, se acredita que no módulo final os alunos tenham melhor desenvolvido os subsunçores necessários para a compreensão dos conteúdos abordados no módulo anterior.

## 5.8 MÓDULO 8 – ENERGIA CINÉTICA

E para quase finalizar a sequência de módulos, o último momento trabalha a importância da utilização de dispositivos de segurança, em que a professora discute junto a turma sobre a função e importância do cinto de segurança. Trazendo aqui uma abordagem deste dispositivo com a primeira lei de Newton, denotando ainda a importância de um veículo apresentar os dois dispositivos de segurança mencionados (*airbag* e cinto de segurança), reforçando a ideia de que a utilização de um dispositivo não anula a utilização do outro.

Após esta discussão, a professora concede mais 10 minutos a turma para responderem as questões 4 e 5 do “Iniciando a Discussão”.

Os links dos vídeos apresentados ao fim do módulo 6 da sequência didática, servem para reforçar a discussão feita em sala de aula da professora junto aos alunos.

Finalizando a aula, a professora prossegue:

18. Professora: Agora que já vimos tanta coisa, eu pergunto a vocês: Velocidade mata? A turma quase que em consonância responde em voz alta: MATAAAA!

E neste momento, a professora explica a frase “Velocidade mata sim!” e mostra a turma que velocidade ao quadrado mata mais ainda, abordando apenas de forma conceitual o conceito de energia cinética.

Com a aula extra solicitada pela professora, os alunos apresentaram em grupos suas encenações sobre a Física na prevenção dos acidentes de trânsito. De forma que a finalização da sequência didática foi dada com um apelo feito a partir da leitura de um artigo que mostra, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), que o trânsito é a maior causa de morte entre jovens de 10 e 19 anos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos esta pesquisa apresentando e justificando a proposta inicial: Seria possível relacionar o estudo da Física e a prevenção dos acidentes de trânsito? Para isto, discorremos inicialmente sobre a preocupação existente no ensino devido ao distanciamento do aluno provocado também pela falta de motivação do aluno em estudar física. Levantamos a discussão da importância do aluno vivenciar o que é estudado em sala de aula para que talvez assim se sintam mais motivados, problematização esta já discutida por pesquisadores em ensino de ciência, além de mencionado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Percebendo a necessidade existente de o aluno vivenciar no cotidiano o que é estudado em sala de aula, permitindo que possa haver um aprendizado significativo, foi proposta a ideia de ensinar física envolvendo um dos maiores problemas de saúde pública no Brasil que é são as mortes ocasionadas por acidente do trânsito.

Em vista disso, o segundo capítulo teve como função estender a discussão do capítulo um, exemplificando o motivo de estudar física e a prevenção de acidentes no trânsito, assim como relacionar os estudos sobre habilidades e competências na educação no contexto contemporâneo. problematizações que interferem no ensino e que precisam ser reconsideradas.

Mediante o exame dos documentos obtidos para análise de dados da pesquisa, ficou claro que os alunos compreenderam e assimilaram os conceitos físicos estudados, mas que muito do que sabiam foi consequência também dos conceitos prévios que eles apresentavam, o que os tornou mais familiarizados com os conteúdos abordados.

No entanto, por consequência talvez do método trabalhado, observamos principalmente por meio dos registros dos alunos que o módulo sobre **“Impulso, Momento Linear, Relação de Impulso e Momento Linear e Variação do Momento Linear”** foi o mais confuso para a compreensão dos alunos, talvez por ter sido o mais denso de todos os módulos, algo que precisa ser considerado e revisado.

No que diz respeito aos demais módulos estudados, os alunos apresentaram boa participação e interação, o que nos leva acreditar que os conteúdos abordados nestes módulos foram compreendidos pela maioria.

Nestes aspectos, acreditamos que nossa pesquisa apresentou duas contribuições na área de ensino de ciências, que poderão possibilitar melhorias no ensino de Física Mecânica. A primeira delas referente a uma alternativa viável para a compreensão por

parte dos alunos sobre conceitos estudados em cinemática (velocidade, aceleração, movimento uniforme, movimento uniformemente variado) e em dinâmica (leis de Newton, estudo das forças), uma vez que o método utilizado permitiu que o aluno compreendesse conceitos e os aplicasse no cotidiano, quando afirmaram, por exemplo, que velocidade mata.

A segunda também se refere a uma alternativa que pode ser reproduzida ou aperfeiçoada, uma vez que nesta pesquisa o método utilizado quando trabalhado o módulo sobre **“Impulso, Momento Linear, Relação de Impulso e Momento Linear e Variação do Momento Linear”** não apresentou resultados satisfatórios se comparado com os resultados obtidos quando estudados os módulos anteriores. É possível que possa ser trabalhada, mas aperfeiçoado para que assim possa haver maiores contribuições no aprendizado dos alunos.

Enfim, podemos afirmar que é possível que o professor trabalhe com metodologias que possam atrair o aluno com aulas práticas que os façam interagir e principalmente, encontrar um significado para seu aprendizado, contribuindo para que o aluno vivencie em seu cotidiano o que foi estudado. O problema de pesquisa levantado diz respeito ao ensino da Física e a prevenção dos acidentes de trânsito, mas o intuito era de criar um meio que aproximasse a vida escolar do aluno com sua realidade.

Como vimos, há diversos caminhos que podem ser seguidos para que o aluno encontre significado no que estuda em sala de aula, mas caberá sempre ao professor identificar qual caminho deve seguir e se o quer seguir.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AURÉLIO, G. **Física: Interação e Tecnologia**. 2ª. ed. São Paulo: Leya, 2016.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1ª. ed. [S.l.]: Paralelo Editora, 2000.
- ARAÚJO, Denise Lino. O que é (e como faz) sequência didática?. **Entrepalavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Física Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.
- CAVALCANTE, João et al. Física e música: uma proposta interdisciplinar. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 9, 2017.
- COLL, Cesar. **Psicologia e Currículo**. São Paulo: Ática, 1996.
- FERRARI, Márcio. John Dewey, o pensador que pôs a prática em foco. *Revista Nova Escola, Especial Grandes Educadores*, outubro de 2008. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/john-dewey-428136.shtml>
- GARCIA, Lenise Aparecida Martins. Competências e habilidades: você sabe lidar com isso. **Educação e Ciência On Line**, p. 3, 2005.
- HALLIDAY, D. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2008.
- MELLO, Guiomar Namó. **Afinal o que é competência**. Nova Escola, São Paulo, n. 160, mar. 2003.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª. ed. São Paulo: E.P.U., 2014.
- MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2016.
- NACIONAIS, Parâmetros Curriculares. Secretaria de Educação Fundamental. **Brasília: MEC/SEF**, v. 1998, p. 2000, 1997.
- NEHRING, C. M., SILVA, C. C., TRINDADE, J. A. D. O., PIETROCOLA, M., LEITE, R. C. M., & DE FÁTIMA PINHEIRO, T. (2000). **As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.1, p. 1-18, 2000.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. 4ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher, v. 1, 2002.

PERRENOUD, Philippe. **Construindo competências**. Nova Escola, São Paulo, n. 135, set. 2000. Entrevista concedida a Paola Gentile e Roberta Bencini.

SENRA, Clarice Parreira; BRAGA, Marco Antonio Barbosa. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 7-29, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANON, Dulcimeire Ap Volante; DE FREITAS, Denise. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 10, 2007.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZADA EM SALA

#### MÓDULO 1 - INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS (CONCEITOS DE VELOCIDADE MÉDIA E ACELERAÇÃO)



Você já parou para se perguntar sobre o que é velocidade?



O que realmente significa acelerar?



Como determinar a velocidade média de um corpo?

Fontes (De cima para baixo):

<http://blog.telecomdados.com.br/expectativa-x-realidade-medindo-o-plano-da-internet-e-a-real-velocidade-da-conexao/> (Acessado em 05/03/2019).

[https://en.wikipedia.org/wiki/Usain\\_Bolt](https://en.wikipedia.org/wiki/Usain_Bolt) (Acessado em 05/03/2019).

<https://www.belasfrasesdeamor.com.br/wp-content/uploads/2016/10/percebi-que-te-superei.jpg> (Acessado em 05/03/2019).

Todos os questionamentos da página anterior remetem a um único tema: Cinemática. A cinemática é uma área da Física que estuda os movimentos sem se preocupar com análise de suas causas. Remonte o seu dia, e perceba em quais momentos dele não estiveram presentes algum tipo de movimento. A partir disso podemos perceber a importância do estudo do movimento em nas nossas vidas, e como é quase impossível viver sem ele.

## **A VELOCIDADE MÉDIA DE UM CORPO**

Analise a afirmação: João saiu de Boca da Mata com destino à Maceió. Com este tipo de informação, o que pode ser compreendido a respeito desse movimento? Deduz-se apenas que João saiu de Boca da Mata e que chegou em Maceió, não é mesmo?

Agora analise a mesma afirmação acrescida de outra informação: João saiu de Boca da Mata com destino à Maceió e sua viagem durou uma hora e meia. Sabendo que a distância aproximada entre as duas cidades é de aproximadamente 72Km, é possível agora deduzir a velocidade média de João durante a viagem? Certamente que sim!

Para que a ideia fique ainda mais completa, analise as duas informações a seguir:

“João saiu de Boca da Mata com destino a Maceió e sua viagem durou uma hora e meia.”

“Marcela saiu de Maceió com destino a Boca da Mata e sua viagem durou 1h”

Qual dos dois, João ou Marcela apresenta maior velocidade? Certamente, sendo o mesmo trajeto mudando-se apenas o tempo de viagem entre eles, deduz-se que Marcela apresentava maior velocidade porque “gastou menos tempo”.

Percebe-se que até agora você não precisou fazer nenhuma conta, mas apenas analisou situações com conhecimentos dos quais já possuía. Aqui você consegue perceber que há uma relação entre velocidade e rapidez e que esta só pode ser analisada

completamente se antes você conhecer o deslocamento efetuado pelo corpo e o tempo gasto por ele para efetuar este deslocamento.

Com esta observação, consegue-se aqui compreender como estimar a velocidade de um corpo e sua dependência com as grandezas: Deslocamento e Tempo.

Por isso, calcula-se a velocidade média de um corpo através da relação:

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

Situação 1: Estime a velocidade média de João e Marcela por meio da relação matemática acima e prove que Marcela apresenta maior velocidade.

---

---

---

Agora analise uma outra questão, de fato seria possível que Marcela viajasse de Maceió a Boca da Mata mantendo constante uma velocidade de 72 km/h? Para que isto acontecesse Marcela deveria ignorar todas as curvas existentes do trajeto, obstáculos, elevações como “quebra-molas”, sinalizações de trânsito, etc. Logo, é perceptível que existem momentos em que a velocidade pode ser maior ou menor que os 72Km/h estimados.

Neste sentido, entende-se que a maioria dos movimentos que conhecemos e percebermos em nosso cotidiano não são aqueles que apresentam velocidade constante, que não se altera durante um dado percurso, muito pelo contrário. É comum vermos movimentos em que a velocidade é alterada no decorrer do trajeto e que esta alteração ocorre justamente devido aos obstáculos encontrados no caminho.

Se você já teve a oportunidade de dirigir uma moto ou um carro, verá que em curvas você não pressiona o acelerador e o oposto acontece em subidas de ladeiras. Logo percebe-se então que há uma relação entre velocidade e aceleração, uma vez que quando alteramos a velocidade quase sempre alteramos a aceleração, a não ser que a variação da velocidade seja uniforme no tempo e ainda ao longo de uma trajetória retilínea o que o redundaria em aceleração constante.

Na Física, estimar a aceleração média de um corpo que se movimenta em um determinado intervalo de tempo, é dada a partir da seguinte relação matemática:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Situação 2: Agora que você compreendeu a relação entre aceleração e velocidade, explique o motivo que corpos que se movimentam com velocidade constante não apresentarem aceleração. Explique também o motivo de não ser possível viajar de uma cidade a outra mantendo uma velocidade constante. Não se preocupe com o rigor das respostas, apenas discuta com seus colegas e tirem uma conclusão juntos.

---



---



---



---

Agora que você compreende os conceitos de velocidade e aceleração, assista ao vídeo que segue no link abaixo e medite a respeito do seu papel no trânsito, principalmente quando você está conduzindo um veículo.

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_KgJDvJBsLE](https://www.youtube.com/watch?v=_KgJDvJBsLE)

## *Iniciando a Discussão*

1. Discuta com seus colegas uma hipótese sobre o que é velocidade e de quais grandezas ela depende. Não se preocupe com o rigor das respostas, deixe a imaginação agir.

---



---

2. Agora que você já tem uma ideia do que é velocidade, indique outros meios para medi-la além do velocímetro.

---



---

3. É muito comum em Boca da Mata, o público jovem pilotar suas motos movendo o acelerador bruscamente diante um público. Este ato, provoca um barulho maior que logo chama a atenção. Sobre isto, explique o que acontece com a velocidade da moto quando o piloto move bruscamente o acelerador.

---

---

4. De acordo com a análise da questão anterior, explique que há alguma relação entre aceleração e velocidade? Se sim, qual?

---

---

5. Por fim, agora que você já tem uma noção maior sobre o que é acelerar, explique o contexto da figura 2, no que diz respeito à afirmação de que o coração acelera.

---

---

### **Exercícios de aplicação**

1. (Fuvest) Após chover na cidade de São Paulo, as águas da chuva descerão o rio Tietê até o rio Paraná, percorrendo cerca de 1.000km. Sendo de 4km/h a velocidade média das águas, o percurso mencionado será cumprido pelas águas da chuva em aproximadamente:

- a) 30 dias
- b) 10 dias
- c) 25 dias
- d) 2 dias
- e) 4 dias

2. Um garoto caminha a uma taxa constante de 100 passos por minuto. Sabendo que o seu passo médio tem aproximadamente 50 cm, determine o tempo gasto e o número de passos dados para que ele percorra uma distância de 3 km.

- a) 45 min e 5000 passos
- b) 85 min e 8000 passos
- c) 50 min e 2000 passos

- d) 48 min e 1500 passos
- e) 60 min e 6000 passos

3. Um carro viaja de uma cidade A a uma cidade B, distantes 200km. Seu percurso demora 4 horas, pois decorrida uma hora de viagem, o pneu dianteiro esquerdo furou e precisou ser trocado, levando 1 hora e 20 minutos do tempo total gasto. Qual foi a velocidade média que o carro desenvolveu durante a viagem?

4. Durante uma corrida de 100 metros rasos, um competidor se desloca com velocidade média de 5m/s. Quanto tempo ele demora para completar o percurso?

5. Um carro consegue percorrer 230 km em 2 horas de viagem. Calcule sua velocidade média.

## MÓDULO 2 – FORÇA



**POR FAVOR  
NÃO ME FAÇA USAR A  
FORÇA**

Fonte: <https://www.wallstreetposters.com.br/quadro-a-forca-p667/> (Acessado em 05/03/2019).

É comum usarmos a palavra “força” em situações em que arremessamos, carregamos, empurramos, puxamos ou amassamos algo. Além disso, podemos dizer que a Terra exerce uma força de atração sobre nós que nos permite saltar e, depois, retornar ao solo ou ainda levar belos tombos quando tropeçamos. Mas há outros tipos de força? Esta palavra pode ser empregada em outros contextos além dos citados?

Analise as afirmações abaixo:

“Vote em mim! A força vem da gente.”

“Ela nos deu a maior força.”

“Por força da lei, foi obrigada a pagar os impostos.”

“Força aí, companheiro.”

Nessas expressões, entretanto, não há o sentido de força atribuído pelos Físicos, para eles, força é uma maneira de dizer que existe algum tipo de interação entre duas ou mais coisas. Por exemplo, quando aproximamos um pedaço de imã de um clipe metálico, este pequeno objeto gruda no imã. Para os Físicos, quando há um tipo de interação entre os objetos gerando um tipo de aproximação, há uma força entre eles.

Isaac Newton formulou uma tese de que as massas também estão interagindo e assim, deu uma explicação para o fato de a Terra e os demais planetas girarem em torno do Sol, a Lua girar em torno da terra e as estrelas, em torno do centro galáctico. Esse tipo de interação recebeu o nome de gravitacional e a força responsável por ela foi chamada de força gravitacional.

Nos séculos (XVIII e XIX), o estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos estabeleceu novos conceitos, fato que permitiu a melhor interpretação de alguns fenômenos naturais. O conceito de campo, por exemplo, revelou-se muito útil para o estudo do universo de fenômenos que envolviam a interação entre corpos, por isso, é aplicado também à interação gravitacional.

Quando nos referimos a campo gravitacional, estamos nos referindo a aceleração da gravidade ou apenas gravidade. Nas proximidades da Terra, a aceleração da gravidade vale aproximadamente  $10\text{m/s}^2$ , isso quer dizer que a cada segundo a velocidade aumenta  $10\text{ m/s}$ .

Vimos até então que massas interagem entre si devido à ação de uma força, força esta que denominamos gravitacional. Quando um livro está sobre uma mesa, a força da gravidade age sobre ele indicando a interação entre a sua massa e a massa da Terra. Esta

força é também conhecida como força peso ou simplesmente peso, que pode ser obtida através do produto da massa do corpo pelo valor da aceleração da gravidade no local onde ele está. Assim, quando um objeto está imerso no campo gravitacional da Terra, este fica sujeito a uma força, seu próprio peso, que indica a existência da interação gravitacional entre eles.

Situação 1: Um corpo de massa 10kg se encontra num local próximo a superfície da Terra. Sabendo disso, faça uma distinção conceitual e por meio de cálculos apresente os valores de massa e peso deste corpo.

---

---

## *Iniciando a Discussão*

Materiais:

Escolha três objetos de sua mochila e determine o peso de cada um.

Procedimentos:

Analise o peso destes objetos por meio de observações e cálculos e depois analise as perguntas a seguir.

1. Na linguagem cotidiana, massa e peso têm o mesmo significado; no entanto, para a Física, há uma diferença entre estas grandezas. Explique com suas palavras, sem se preocupar com o rigor conceitual, a diferença entre massa e peso.

---

---

---

2. Quais grandezas você precisa conhecer para calcular o peso de objetos?

---

---

---

**Exercícios de Aplicação**

1. Qual é o seu peso nas proximidades da Terra? (Considere  $g=10\text{m/s}^2$ )

---

---

2. O campo gravitacional na Lua é aproximadamente um sexto do campo gravitacional terrestre. (Considere  $g=10\text{m/s}^2$ ) e responda:

- a) Na Lua, qual é o peso de um automóvel de 1000kg?
- b) E na Terra?

---

---

---

3. Qual é o peso de um livro que está apoiado, em repouso, sobre uma mesa, sabendo-se que sua massa é 1,2kg e que a aceleração da gravidade no local é de  $10\text{m/s}^2$ ?

---

---

4. Considerando a situação do exercício anterior, qual é o módulo da força exercida pela mesa no livro?

---

---

5. Qual é o peso de um objeto de 500Kg que se encontra na superfície da Terra? (Dado:  $g=10\text{m/s}^2$ )

---

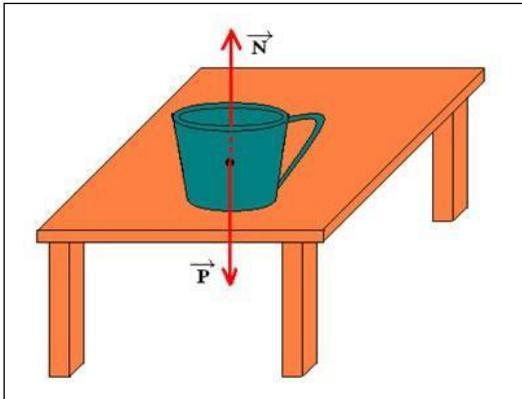
---

Para refletir, procure informações com o auxílio do seu professor de Biologia e Geografia e troque ideias que os permita responder aos questionamentos abaixo. Após chegarem em um consenso, faça anotações no seu caderno acerca dos dados obtidos.

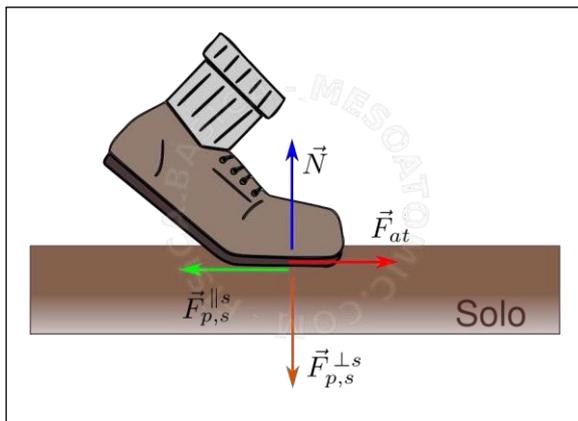
- 1. Entre os meios de transporte da sua cidade, qual deles é o que mais contribui para a poluição do meio ambiente? Com o auxílio do professor de Biologia pesquise quais doenças podem ser provocadas ao se respirar ar poluído por gases emitidos pelo escapamento dos veículos.

2. Segundo dados do DENATRAN (Departamento Nacional de Transportes), o Brasil aparece como um dos países em que é mais perigoso dirigir. Com o auxílio do professor de Geografia, pesquise o local da cidade onde mais ocorrem os acidentes de trânsito e quais os motivos.
  
3. Com o auxílio do professor de Biologia, realize uma pesquisa sobre como os efeitos de se dirigir com sono ou à base de remédios e álcool podem interferir na condução de um veículo.

### Módulo 3 – Força normal e força de atrito



Quando apoiamos um objeto sobre a mesa, a mesa “devolve” a mesma força que recebeu?



Por que quando pressionamos nosso pé no chão, conforme a figura ao lado, não deslizamos?

Fonte:

<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/a-forca-normal.html> (Acessado em 05/03/2019 às 10h12min).

<https://www.mesoatomic.com/pt-br/fisica/mecanica/dinamica/forcas-de-contato> (Acessado em 05/03/2019 às 10h32min).

## **FORÇA NORMAL**

Na Terra, a ação da força gravitacional ou força peso, é responsável pela pressão sobre as superfícies de apoio dos objetos. Por exemplo: Quando apoiamos um livro sobre a mesa, o livro exerce determinada pressão sobre a mesa. Similarmente, quando viajamos em um automóvel, as rodas exercem sobre o asfalto uma pressão, e o asfalto sustenta estas rodas, assim como na superfície dos nossos pés e no chão que nos sustenta.

Para o caso de as superfícies sustentarem o peso dos objetos sobre elas, ocorrerá conseqüentemente um tipo de interação do objeto com a superfície e da superfície com o objeto. A esta força, os físicos a chama de força normal porque atua em uma direção perpendicular à superfície, ou seja, forma um ângulo de  $90^\circ$  com a superfície (AURÉLIO, 2016, p. 24).

Segundo Halliday (2016, p. 255), quando um corpo exerce uma força sobre uma superfície, a superfície (ainda que aparentemente rígida) se deforma e empurra o corpo com uma força normal  $N$  que é perpendicular à superfície.

## **FORÇA DE ATRITO**

Segundo Aurélio (2016, p. 24) quando um objeto se desloca sobre a superfície que o apoia, o contato entre os objetos faz com que apareça o atrito. A essa interação entre a superfície e o objeto dá-se o nome de força de atrito.

Alguns exemplos podem melhor representar a atuação dessa força, como por exemplo, quando freamos uma bicicleta, uma moto ou um carro, ocorre uma interação entre a pastilha freio e as rodas, assim como há também uma interação entre as rodas e o chão. A interação das pastilhas de freio com as rodas, faz com que a bicicleta, a moto ou carro parem.

Halliday (2016, p. 256), a força de atrito pode ser caracterizada como uma resistência ao movimento devido a atuação de uma força que atua em um corpo quando empurramos ou tentamos empurrar um corpo que está apoiado em uma superfície. Essa força é paralela à superfície e aponta no sentido oposto ao do movimento ou tendência ao movimento.

## *Iniciando a Discussão*

Situação 1: Agora que você compreende o que é força atrito e pelo que ela é responsável, faça o seguinte experimento:

5. Coloque meias nos seus pés e deslize sobre um chão recentemente encerado, depois tire as meias e tente deslizar sobre o mesmo chão. Qual a diferença no movimento entre as situações 1 e 2?

---

---

---

6. Ainda sobre a situação anteriormente descrita, seria possível dizer que em ambas as situações o chão exercia em seus pés algum tipo de força? Justifique!

---

---

7. Qual seria a sua solução para que você continuasse com seu movimento por mais tempo, utilizando as meias?

---

---

---

8. O que aconteceria com a velocidade do seu corpo se o movimento pudesse ser executado por um intervalo de tempo maior, percorrendo assim uma maior distância e sem interrupções do meio do caminho?

---

---

### **EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO**

1. (Fatec-SP) Um motorista conduzia seu automóvel de massa 2 000 kg que trafegava em linha reta, com velocidade constante de 72 km/h, quando avistou uma carreta

atravessada na pista. Transcorreu 1 s entre o momento em que o motorista avistou a carreta e o momento em que acionou o sistema de freios para iniciar a frenagem, com desaceleração constante igual a  $10 \text{ m/s}^2$ . Antes de o automóvel iniciar a frenagem, pode-se afirmar que a intensidade da resultante das forças horizontais que atuavam sobre ele era

- a) nula, pois não havia forças atuando sobre o automóvel.
- b) nula, pois a força aplicada pelo motor e a força de atrito resultante atuavam em sentidos opostos com intensidades iguais.
- c) maior do que zero, pois a força aplicada pelo motor e a força de atrito resultante atuavam em sentidos opostos, sendo a força aplicada pelo motor a de maior intensidade.
- d) maior do que zero, pois a força aplicada pelo motor e a força de atrito resultante atuavam no mesmo sentido com intensidades iguais.
- e) menor do que zero, pois a força aplicada pelo motor e a força de atrito resultante atuavam em sentidos opostos, sendo a força de atrito a de maior intensidade.

2. (PUC-RS) Vamos supor que você esteja em um supermercado, aguardando a pesagem de uma quantidade de maçãs em uma balança de molas cuja unidade de medida é o quilograma-força.

A leitura da balança corresponde:

- a) ao módulo da força normal, pois essa é a força de interação entre as maçãs e a balança, cujo valor é supostamente igual ao do módulo do peso das maçãs.
- b) tanto ao valor do módulo da força peso quanto ao do módulo da força normal, pois ambas constituem um par ação-reação, segundo a terceira lei de Newton.
- c) ao módulo do peso das maçãs, pois essa é a força de interação entre as maçãs e a balança.
- d) ao módulo da força resultante sobre as maçãs.
- e) à quantidade de matéria de maçãs.

3. (FUVEST-SP) Um homem tenta levantar uma caixa de 5 kg, que está sobre uma mesa, aplicando uma força vertical de 10 N. Nessa situação, o valor da força que a mesa aplica na caixa é: ( $g=10\text{m/s}^2$ )

- a) 0 N
- b) 5 N
- c) 10 N

- d) 40 N
- e) 50 N

4. (UNCISAL-AL) Um corpo encontra-se em repouso sobre uma mesa horizontal, num local em que a aceleração da gravidade é constante. É correto afirmar que:

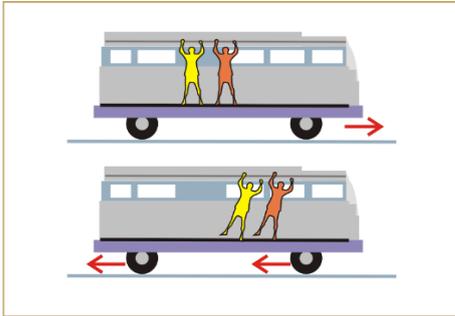
- a) a força peso do copo é a reação à força que a mesa exerce sobre ele.
- b) a força peso do copo e a reação normal da mesa sobre o copo se anulam.
- c) caso o copo seja arrastado sobre a mesa, a reação normal da mesa sobre o copo sofrerá alteração em sua direção.
- d) caso o copo seja arrastado sobre a mesa, a reação normal da mesa sobre o copo sofrerá alteração em sua intensidade.
- e) se uma pessoa apoiar sua mão sobre o copo, a reação normal da mesa sobre ele diminuirá de intensidade.

5. Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

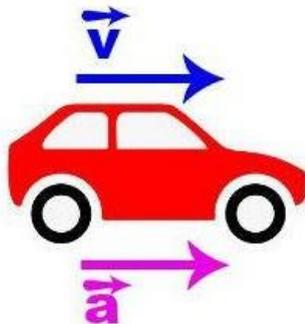
Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- a) Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- b) Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- c) Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- d) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- e) Vertical e sentido para cima.

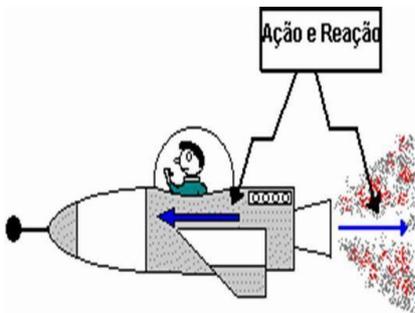
## MÓDULO 4 – LEIS DE NEWTON



Por que quando estamos viajando e o automóvel aciona os freios bruscamente, nosso corpo é arremessado para frente, conforme a imagem ao lado?



E a aceleração estudada no módulo 1, o que a causa?



O que impulsiona um foguete para a decolagem?

Fontes de cima para baixo:

<https://descomplica.com.br/blog/resumo/quais-sao-as-leis-de-newton-e-como-sao-aplicadas/> (Acessado em 05/03/2019 às 13h22min)

<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-aceleracao.htm> (Acessado em

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/leis-de-newton/imagens/terceira-lei-de-newton-38.gif> (Acessado em 05/03/2019 às 13h30min)

## **LEIS DE NEWTON**

Para que um corpo se movesse com velocidade constante, este tinha que ser impulsionado de alguma forma, puxado ou empurrado; se não fosse assim, pararia “naturalmente”. Essas ideias pareciam razoáveis. Temos de fazer um esforço muscular para deslocar uma cadeira, ou qualquer outro objeto. Para que uma cadeira continue em movimento, é necessário que haja uma força sendo aplicada sobre ela para que o movimento prossiga, do contrário, sem ação de nenhuma força, a cadeira para. Agora imagine que esta cadeira está sendo inicialmente empurrada numa superfície irregular, com sujeiras no percurso, e em um outro momento a cadeira é empurrada numa superfície regular, mais limpa, como por exemplo um chão encerado. Em qual das duas situações a cadeira efetuará seu movimento mais livremente? Certamente que na situação dois, uma vez que a superfície contribuirá para o seu movimento. Desta forma, é possível imaginar que superfícies escorregadias contribuem para que a cadeira percorra distâncias maiores.

No limite, podemos pensar em uma superfície extremamente escorregadia (conhecida como superfície sem atrito), na qual a cadeira não diminuiria de velocidade. A partir dessas observações, podemos concluir que um corpo manterá seu estado de movimento com velocidade constante se nenhuma força agir sobre ele. Isso nos leva à primeira das três leis de Newton.

### **PRIMEIRA LEI DE NEWTON**

A primeira lei de Newton também conhecida por Inércia é anunciada por Aurélio (2016, p. 74) da seguinte maneira: Um objeto em repouso tende a manter seu estado de repouso e um objeto em movimento tende a manter seu estado de movimento em movimento retilíneo uniforme (MRU. Sendo o estado do movimento alterado apenas se houver a ação de uma força resultante não nula.

Segundo Halliday (2016, p. 239), a primeira lei de Newton pode ser anunciada assim: Se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer aceleração.

### **SEGUNDA LEI DE NEWTON**

Segundo Halliday (2016, p. 244), a segunda Lei de Newton é enunciada como: A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração.

Em termos matemáticos,

$$F = m \cdot a$$

Em que a força e a aceleração são grandezas vetoriais.

Esta relação matemática evidencia o fato de que a aceleração é causada pela atuação de alguma força sobre o corpo estudado.

Uma outra observação a ser feita sobre esta relação, que é aparentemente simples, é que é necessário que haja um cuidado com a escolha do corpo estudado, uma vez que se utilizará apenas as forças atuantes no corpo estudado e não as forças de todos os corpos envolvidos na situação. Por exemplo, se numa partida de futebol você disputa a bola com vários adversários, a força resultante que age sobre você é a soma vetorial de todos os empurrões e puxões que você recebe. Ela não vai incluir um empurrão ou puxão que você dá em outro jogador. Toda vez que resolvemos um problema que envolve forças, o primeiro passo é definir claramente a que corpo vamos aplicar a segunda lei de Newton (HALLIDAY, 2016, pg. 245).

### **TERCEIRA LEI DE NEWTON**

Dizemos que dois corpos interagem quando empurram ou puxam um ao outro, ou seja, quando cada corpo exerce uma força sobre o outro. Suponha, por exemplo, que você apoie um jarro sobre uma mesa. Neste caso, o jarro e a mesa interagem, o jarro exerce uma força para baixo e a mesa exerce uma força para cima. Desta forma, anuncia-se a Terceira Lei de Newton.

Quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos. (Halliday, 2016, pg. 258)

## ***Iniciando a Discussão***

1. Existe alguma relação entre a primeira lei de Newton e o movimento retilíneo uniforme (MRU)? Se sim, qual?

---

---

2. No módulo 1 você estudou o conceito de aceleração. Aqui você compreendeu no que consiste a primeira lei de Newton, que é aquela que acontece sem a atuação de forças ou com o somatório das forças sendo nulo. Qual seria então a relação entre a primeira lei de Newton e a aceleração?

---

---

3. Como a segunda lei de Newton confirma a causa da existência da aceleração?

---

---

4. Baseado na primeira lei de Newton, justifique a importância da utilização de cinto de segurança em veículos automotivos.

---

---

Para refletir, leia o texto motivador a seguir que trata da importância da utilização de cinto de segurança.

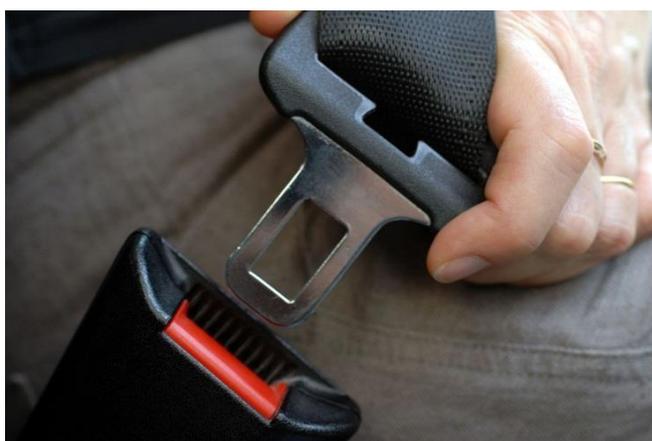
### **A IMPORTÂNCIA DO CINTO DE SEGURANÇA**

Os cintos de segurança são o meio mais eficaz que se dispõem para reduzir o risco de ferimentos graves e mortes em acidentes de automóvel. Para sua própria proteção e dos demais ocupantes do veículo utilize sempre os cintos de segurança quando o veículo estiver em movimento. Gestantes e pessoas fisicamente debilitadas também devem utilizar os cintos de segurança, elas estão mais propensas a ficarem seriamente feridas se não estiverem usando cintos de segurança.



O cinto de segurança impede, em caso de colisão, que seu corpo se choque contra o volante, painel e para-brisas, ou que seja projetado para fora do carro. Os passageiros sentados no banco traseiro, sem os cintos de segurança, não somente se põem em perigo, como também colocam em perigo os passageiros dos bancos dianteiros. Numa colisão frontal eles também se moverão para a frente onde podem bater e ferir o motorista ou passageiro do banco dianteiro.

Em uma colisão de veículos a apenas 40km/h, o motorista pode ser atirado violentamente contra o para-brisas ou arremessado para fora do carro. Alguns motoristas pensam que podem amortecer o choque segurando firmemente no volante. Isto é ilusório, porque a força dos braços só é eficaz a uma velocidade de até 10 km/h.



Estatísticas sobre acidentes mostram que passageiros que usam correntemente os cintos de segurança, têm um risco menor de se ferirem e uma chance muito maior de sobreviverem num acidente. Por este motivo, a utilização dos cintos de segurança é exigida legalmente na maioria dos países.

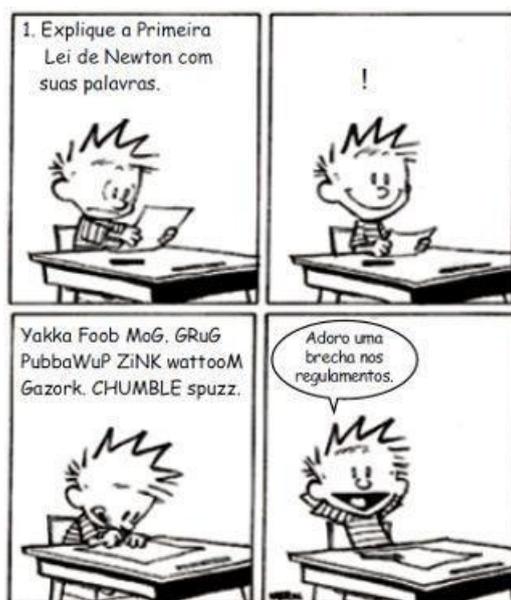
Lembre-se!

O uso do cinto não é opcional. Faz parte das condições de segurança do carro, assim como os freios. Se o carro estiver a 20 km/hora e colidir, a cabeça dos ocupantes será projetada na mesma velocidade contra o para-brisa. É o suficiente para provocar a perfuração do globo ocular. Portanto, o uso do cinto de segurança é necessário mesmo em baixa velocidade. Imagine o que pode acontecer a 50, 80 ou 100km / hora.

Fonte: <http://www.duoblindagens.com.br/blog/a-importancia-do-cinto-de-seguranca/>  
(Acessado em 05/03/2019 às 12:34).

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

1. (Unicastelo-SP)



Assinale a alternativa que contém um exemplo de aplicação da Primeira Lei de Newton.

- Um livro apoiado sobre uma mesa horizontal é empurrado horizontalmente para a direita com uma força de mesma intensidade da força de atrito que atua sobre ele, mantendo-o em movimento retilíneo e uniforme.
- Quando um tenista acerta uma bola com sua raquete, exerce nela uma força de mesma direção e intensidade da que a bola exerce na raquete, mas de sentido oposto.
- Em uma colisão entre duas bolas de bilhar, a quantidade de movimento do sistema formado por elas imediatamente depois da colisão é igual à quantidade de movimento do sistema imediatamente antes da colisão.

d) Em um sistema de corpos onde forças não conservativas não realizam trabalho, só pode ocorrer transformação de energia potencial em cinética ou de energia cinética em potencial.

e) Se a força resultante que atua sobre um carrinho de supermercado enquanto ele se move tiver sua intensidade dobrada, a aceleração imposta a ele também terá sua intensidade dobrada.

2. (UFTM) Após a cobrança de uma falta, num jogo de futebol, a bola chutada acerta violentamente o rosto de um zagueiro. A foto mostra o instante em que a bola se encontra muito deformada devido às forças trocadas entre ela e o rosto do jogador.



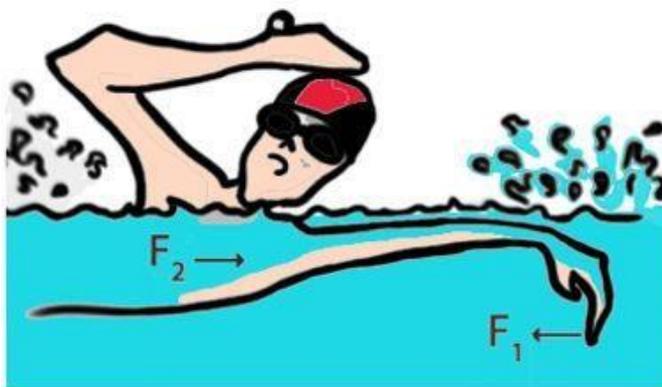
A respeito dessa situação, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A força aplicada pela bola no rosto e a força aplicada pelo rosto na bola têm direções iguais, sentidos opostos e intensidades iguais, porém, não se anulam.
- II. A força aplicada pelo rosto na bola é mais intensa do que a aplicada pela bola no rosto, uma vez que a bola está mais deformada do que o rosto.
- III. A força aplicada pelo rosto na bola atua durante mais tempo do que a aplicada pela bola no rosto, o que explica a inversão do sentido do movimento da bola.
- IV. A força de reação aplicada pela bola no rosto é a força aplicada pela cabeça no pescoço do jogador, que surge como consequência do impacto.

É correto o contido apenas em

- a) I.
- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e IV.
- e) II, III e IV.

3. Marque a alternativa correta a respeito da Terceira lei de Newton.
- A força normal é a reação da força peso.
  - Ação e reação são pares de forças com sentidos iguais e direções opostas.
  - A força de ação é sempre maior que a reação.
  - Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade e sentido.
  - Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade, mas sentido oposto.
4. (IF-GO) Um nadador, conforme mostrado na figura, imprime uma força com as mãos na água ( $F_1$ ) trazendo-a na direção de seu tórax. A água, por sua vez, imprime uma força no nadador ( $F_2$ ) para que ele se mova para frente durante o nado.



Assinale a resposta **correta**:

- Esse princípio obedece à Lei da Inércia, uma vez que o nadador permanece em seu estado de movimento.
  - Obedecendo à Lei da Ação e Reação, o nadador imprime uma força na água para trás e a água, por sua vez, empurra-o para frente.
  - O nadador puxa a água e a água empurra o nadador, obedecendo à Lei das Forças (segunda Lei de Newton).
  - Nesse caso, é o nadador que puxa seu corpo, aplicando uma força nele próprio para se movimentar sobre a água.
  - O nadador poderá mover-se, pois a força que ele aplica na água é maior do que a resultante das forças que a água aplica sobre ele.
5. Analise as afirmações a respeito da inércia e marque a alternativa falsa:
- A massa é a medida quantitativa da inércia.
  - Na falta de atrito, um corpo em movimento permanecerá em movimento perpetuamente.

- c) A situação de movimento retilíneo uniforme é denominada de equilíbrio dinâmico.
- d) A tendência de um corpo em movimento uniforme e com aceleração constante é manter-se em movimento perpetuamente.
- e) O princípio da inércia é enunciado para corpos que estejam em repouso ou em velocidade constante.

## MÓDULO 5 – IMPULSO DE UMA FORÇA



Durante o saque, no momento em que a bola de tênis interage com a raquete, o intervalo de tempo desta interação é curto ou longo? E o que podemos dizer a respeito da força aplicada?



E em um peteleco, como poderíamos responder às perguntas acima?



Qual a função do *air bag*?

Fonte de cima para baixo:

<https://www.terra.com.br/esportes/tenis/guga-e-nomeado-embaixador-do-hall-da-fama-do-tenis-e-uma-honra,b69e481c6deeadd32b7696052e2549dbmfbme795.html> (Acessado em 05/03/2019 às 13h48min).

<https://www.elo7.com.br/futebol-peteleco/dp/144B7B> (Acessado em 05/03/2019 às 13h50min).

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/airbags.htm> (Acessado em 05/03/2019 às 13:51).

## IMPULSO DE UMA FORÇA

Numa partida de tênis, especificamente no momento do saque, o jogador exerce sobre a bola uma força que faz ela se movimentar. A bola interage com a raquete num intervalo de tempo muito curto. Entretanto, como a força aplicada é muito grande, o impulso produzido é suficiente para atribuir à bola uma velocidade alta. Isto também acontece numa partida de futebol, por exemplo, quando o jogador faz uma cobrança de falta.

No cotidiano, quando remetemos à palavra impulso há uma ação instantânea, essa ideia pode ser intercala à Física e aperfeiçoada. Uma vez que na Física a definição de impulso está relacionada à força aplicada e ao tempo de interação dos corpos envolvidos.

Quando se analisa a interação da bola com a raquete, percebe-se que quanto maior a força aplicada sobre a bola, menor será o tempo de interação entre a bola e a raquete e o inverso disto também é válido.

Por isso, Aurélio (2016, p. 74) define impulso como uma grandeza que relaciona a força aplicada ao intervalo de tempo de interação entre os objetos que aplica e recebe a força. Ele ainda afirma que quanto maior a força aplicada, menor o intervalo de tempo necessário de interação.

Logo, matematicamente,

$$I = F \cdot \Delta t$$

Em que impulso (I) e força (F) são grandezas vetoriais.

## *Iniciando a Discussão*

1. Diante do que você entendeu acerca de impulso, seria possível dizer que força e tempo neste caso, são grandezas inversamente proporcionais? Justifique!

---

---

2. Como você responderia então às questões levantadas no início deste módulo?

---

---

---

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

1. Um objeto cai em cima de um colchão de ar, recebendo um impulso de 600 N.s e parando 0,5 s depois do impacto inicial. Qual é a força média que atua sobre ele?

- a) 120 N
- b) 240 N
- c) 600 N
- d) 1200 N
- e) 500 N

2. Em um ponto material é aplicada uma força de intensidade  $5,4 \times 10^2$  N, durante um intervalo de tempo igual a  $1,1 \times 10^{-1}$ s. Determine a intensidade do impulso da força aplicada no ponto material.

3. (UFF 2003) Pular corda é uma atividade que complementa o condicionamento físico de muitos atletas. Suponha que um boxeador exerça no chão uma força média de  $1,0 \times 10^4$  N, ao se erguer pulando corda. Em cada pulo, ele fica em contato com o chão por  $2,0 \cdot 10^{-2}$  s. Na situação dada, o impulso que o chão exerce sobre o boxeador, a cada pulo, é:

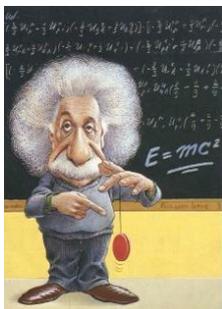
- a) 4 N.s
- b) 10 N.s
- c) 200 N.s
- d) 4000 N.s
- e) 500000 N.s

4. Em um clássico do futebol goiano, um jogador do Vila Nova dá um chute em uma bola aplicando-lhe uma força de intensidade  $7 \cdot 10^2$ N em 0,1s em direção ao gol do Goiás e o goleiro manifesta reação de defesa ao chute, mas a bola entra para o delírio da

torcida. Determine a intensidade do impulso do chute que o jogador dá na bola para fazer o gol.

5. Um taco de baseball atinge uma bola durante 0,5s, com uma força de 100N. Qual o impulso do taco sobre a bola?

## MÓDULO 6 – QUANTIDADE DE MOVIMENTO, TEOREMA DO IMPULSO E ENERGIA CINÉTICA



### Quantidade de Movimento

Afinal, o que é quantidade de movimento?



Suponha que haja os dois veículos com a mesma velocidade indo em sua direção, uma bicicleta e um carro, por qual dos dois você escolheria ser atingido se tivesse o poder de escolha? Justifique!

Para você, é correto afirmar que velocidade mata?

Justifique!

Fonte de cima para baixo:

<https://www.todamateria.com.br/quantidade-de-movimento/> (Acessado em 05/03/2019 às 17h56min).

<https://www.campograndenews.com.br/cidades/interior/ciclista-morre-apos-ser-arremessado-durante-colisao-com-moto-na-br-163> (Acessado em 05/03/2019 às 17h50min).

## QUANTIDADE DE MOVIMENTO E SUA VARIAÇÃO

Quando se fala em quantidade de movimento, rapidamente se associa as condições que permitem o movimento de um corpo. Logo, conseqüentemente ficamos tendenciosos a acreditar que a quantidade de movimento de um objeto depende unicamente da sua velocidade.

No entanto, visualize ao seguinte exemplo: Imagine que você está numa avenida muito movimentada e sua pretensão é atravessá-la para chegar ao outro lado. Desligado das sinalizações do trânsito, você não percebe que o sinal está verde, indicando a livre passagem dos veículos e não a sua. No momento em que você atravessa, você se depara com uma moto e uma bicicleta vindo na sua direção, ambas com a mesma velocidade. Por estar encurralado, você precisa naquele momento decidir por qual dos dois veículos sofrerá uma colisão.

Nosso subconsciente rapidamente escolheria ser atingido pela bicicleta e não pela moto. Mas, ora se quantidade de movimento de um corpo é verificado somente através da velocidade como antes se concluiu, por que agora a massa também entra em cena? A verdade, é que a quantidade de movimento é melhor analisada quando se conhece a velocidade e a massa do corpo. Quanto maior a massa, maior a quantidade de movimento e vice-versa. Neste exemplo, a moto apresenta mais movimento quando comparada à bicicleta devido a sua quantidade de massa.

Por isso, fisicamente, a quantidade de movimento de um objeto, em cada instante, corresponde ao produto de sua massa pela velocidade.

$$Q = m \cdot v$$

Em que  $Q$  é a quantidade de movimento,  $m$  é a massa e  $v$  a velocidade. Sendo a quantidade de movimento e a velocidade, grandezas vetoriais (AURÉLIO 2016, p. 41).

## **RELAÇÃO ENTRE IMPULSO E VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO**

A segunda lei de Newton estabelece um vínculo entre o impulso e a variação da quantidade de movimento. Pode-se chegar nesta relação da seguinte maneira:

A segunda lei de Newton afirma que

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

No entanto, sabe-se que a aceleração média é calculada por meio da relação:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2)$$

Quando substituímos a equação 2 na equação 1, temos que:

$$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3)$$

Fazendo a multiplicação de meio por extremos, temos:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \quad (4)$$

Como impulso é a relação dada por  $F \cdot \Delta t$  e a variação da quantidade de movimento a relação de  $m \cdot \Delta v$ , então rescrevemos a equação 4 e obtemos:

$$I = \Delta Q \quad (5)$$

## *Iniciando a Discussão*

1. Imagine que numa pista de patinação, dois patinadores se aproximem de você com a mesma velocidade, um deles é um adulto e o outro, uma criança. Pra onde você iria se tivesse se escolher ser atingido por apenas um dos dois? Justifique!

---



---



---

2. É possível então afirmar que a quantidade de movimento é uma grandeza vetorial que depende da velocidade e da massa do corpo envolvido na situação?

---



---

3. Através de qual Lei de Newton foi possível chegar ao teorema do impulso, que afirma que Impulso pode ser igualado à variação da quantidade de movimento? Discuta com seus colegas e refaça os cálculos provando este teorema.

---



---



---



---

4. Como no módulo cinco desta sequência foi discutido sobre a importância do *airbag*, responda se existe algum princípio físico que justifique a sua utilização? Se sim, qual?

---

---

---

5. Você acredita que o fato de os carros possuírem *airbag* isenta você da responsabilidade de utilizar cinto de segurança? Justifique!

---

---

---

Para refletir, leia o texto motivador abaixo sobre a importância do *airbag* e assista aos vídeos que podem ser encontrados a partir dos links que seguem.

### ***Airbags***

O *airbag* é formado basicamente de três partes: um saco inflável de material plástico, um gerador de gás dotado de sensores com microprocessador e um sistema de disparo elétrico.



Em caso de colisão, o *airbag* infla instantaneamente, protegendo o motorista. Hoje, constantemente vemos nos veículos de comunicação que tem crescido o número de acidentes de trânsito, sejam eles provocados por falhas humanas, pela falta de conservação de estradas ou por falhas mecânicas dos automóveis. O que vemos é que cada vez mais a indústria automobilística está sendo forçada, tanto por medidas reguladoras dos governos quanto por questões de *marketing*, a adotar mecanismos de segurança que possam proteger de forma mais adequada os passageiros dos veículos em casos de colisão.

Se observarmos bem, as medidas mais comuns que as indústrias estão tomando são em relação à construção de carros com estruturas mais seguras, como *airbags*, cintos de segurança mais reforçados e eficientes e assentos mais seguros.

Quando ocorre uma colisão, seja entre dois veículos ou entre um veículo e uma estrutura fixa (muro, por exemplo), sempre ocorre uma variação na quantidade de movimento dos ocupantes do carro. Por exemplo, vamos supor que a massa total (carro + passageiros) de um veículo seja de 800 kg e que ele esteja a uma velocidade de 15 m/s (54 km/h). A quantidade de movimento desse conjunto é de 12.000 kg.m/s. Um motorista que possui massa de 70 kg, dentro do carro, terá uma quantidade de movimento de 1.050 kg.m/s.

Vamos supor agora que o carro colida com um muro. Em tempo muito curto, a velocidade vai a zero e, assim, o impulso que o motorista sofre deverá ser de 1.050 kg.m/s, que nada mais é do que sua variação da quantidade de movimento. Quanto maior a velocidade do veículo antes da colisão, maior o impulso necessário para parar o motorista.

A maneira como o veículo é construído é um fator determinante para a segurança dos seus ocupantes. A indústria procura desenvolver projetos que permitam um tempo de colisão maior possível, já que para cada colisão o produto  $\vec{F} \cdot \Delta t$  será constante. Quanto maior o tempo da colisão, menor será a força e, por conseguinte, menor será a chance de danos ao ocupante do carro. Além de aprimorar a estrutura do carro, dispositivos de segurança também podem ser instalados.

Um dos equipamentos mais eficientes para evitar lesões em batidas é o *airbag*. Colocado entre os bancos da frente e o painel ou nas laterais, ele infla rapidamente quando ocorre uma desaceleração violenta. No caso de colisões frontais, o motorista se choca contra o *airbag*, que é muito mais flexível que o painel.

Considere duas colisões idênticas, mas leve em conta que em apenas uma das situações o carro possui *airbag*. A colisão motorista x *airbag* tem uma duração muito maior do que a colisão motorista x painel. Para os dois casos, a variação da quantidade de movimento do motorista é a mesma, mas o tempo que este leva para parar é muito maior na situação com *airbag*, resultando, assim, em menor força. Em termos numéricos, o *airbag* pode aumentar o tempo de colisão em até dez vezes. Tempos típicos de parada seriam 0,05 segundo sem *airbag* e 0,5 segundo com *airbag*. Com esses tempos e os dados acima teríamos para o motorista:

$$Q_{antes} = m \cdot v_{antes}$$

$$Q_{antes} = 70 \times 15 = 1.050 \text{ kg.m/s}$$

$$Q_{depois} = 0$$

$$\Delta Q = 0 - 1.050 = -1.050 \text{ kg.m/s}$$

Como

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Com *airbag*, teríamos:

$$F_c = \frac{-1.050}{0,5} = -2.100 \text{ N}$$

e sem *airbag*:

$$F_s = \frac{-1.050}{0,05} = -21.000 \text{ N}$$

A força que atua no motorista é dez vezes menor quando comparamos a situação com e sem *airbag*. A força calculada acima é a força média que atua durante o intervalo de tempo que dura a colisão com *airbag* ou com o painel.

Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/airbags.htm> (Acessado em 05/03/2019 às 18h25min).

Assista agora aos vídeos que podem ser encontrados no link a seguir:

<https://www.youtube.com/watch?v=1WPkBAHm718> (Acessado em 05/03/2019 às 18h39min).

<https://www.youtube.com/watch?v=41aqkVZpMXo> (Acessado em 05/03/2019 às 18h46min).

Diante do que foi estudado até então, responda aos questionamentos a seguir:

1. Utilizando conceitos de Física, explique como a utilização do cinto de segurança e *air bags* podem ser os principais dispositivos de segurança para salvar a vida dos ocupantes dos veículos, caso ocorra uma colisão frontal ou lateral do veículo. Discuta com seus colegas e faça anotações no seu caderno.

2. Escolha dois veículos mais populares na cidade e explique conceitos Físicos que os motoristas devem conhecer até então para melhor conviver no trânsito.

Após a leitura do texto de apoio sobre a importância da utilização do *airbag* e após assistir aos vídeos que demonstram sua importância em consonância com o cinto de segurança, leia o texto motivador extra que mostra que o trânsito é a *maior* (grifo do autor) causa de morte de jovens entre 10 e 19 anos.

O texto de apoio pode ser encontrado através do link: <https://autopapo.com.br/noticia/transito-maior-causa-de-morte-de-jovens/>

### EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

1. (Unicamp-2013) Muitos carros possuem um sistema de segurança para os passageiros chamado *airbag*. Este sistema consiste em uma bolsa de plástico que é rapidamente inflada quando o carro sofre uma desaceleração brusca, interpondo-se entre o passageiro e o painel do veículo. Em uma colisão, a função do *airbag* é

a) aumentar o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.

b) aumentar a variação de momento linear do passageiro durante a colisão, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.

c) diminuir o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.

d) diminuir o impulso recebido pelo passageiro devido ao choque, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.

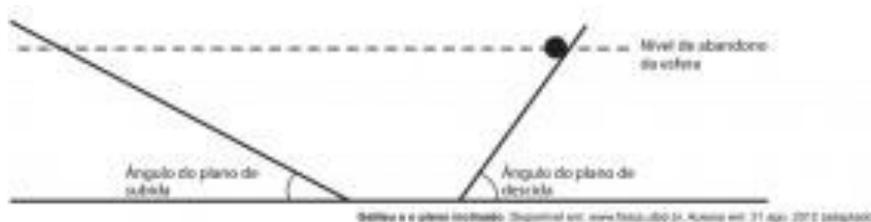
2. Sobre uma partícula de 8 kg, movendo-se à 25m/s, passa a atuar uma força constante de intensidade  $2,0 \cdot 10^2 \text{N}$  durante 3s no mesmo sentido do movimento. Determine a quantidade de movimento desta partícula após o término da ação da força.

3. (PUC-RJ) Um garoto de massa 30 kg está parado sobre uma grande plataforma de massa 120 kg também em repouso em uma superfície de gelo. Ele começa a correr horizontalmente para a direita, e um observador, fora da plataforma, mede que sua velocidade é de 2,0 m/s. Sabendo que não há atrito entre a plataforma e a superfície de gelo, a velocidade com que a plataforma se desloca para a esquerda, para esse observador, é, em m/s:

a) 1,0

- b) 2,0
- c) 0,5
- d) 8,0
- e) 4,0

4. (ENEM-2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.



Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera:

- a) manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- b) manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- c) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- d) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- e) aumentará gradativamente sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

5. Cuidado com objetos soltos  
Corpos são arremessados para frente em uma colisão ou frenagem. Veja o peso que podem adquirir objetos, pessoas e animais soltos no banco traseiro de um automóvel em um choque a 50 km/h:

Peso Real	Peso com Impulso
Cão de médio porte ou uma criança de 20 quilos	1.093 quilos

Guarda chuva de 400 gramas	22,5 quilos
Molho de chaves de 40 gramas	39 quilos

**Fonte:** Diário Catarinense - Disponível em <http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/diario-da-redacao/noticia/2013/12/um-guia-para-prevenir-acidentes-4366316.html> (Adaptado) acessado em: 16 dez. 2013

O Impulso produzido numa colisão do objeto com o passageiro relaciona-se com a força aplicada ao objeto e, também, com uma segunda grandeza, além de produzir sobre o corpo a variação de uma terceira grandeza física. A segunda e terceira grandezas físicas são, respectivamente:

- a) Tempo e Massa
- b) Velocidade e Massa
- c) Massa e Quantidade de Movimento
- d) Tempo e Quantidade de Movimento
- e) Velocidade e Quantidade de Movimento