

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE**

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física**

**Mestrado Profissional em Ensino de Física
Polo 10 IFRN – Campus Natal Central**



MOMENTO LINEAR E SUA LEI DE CONSERVAÇÃO UTILIZANDO UM TRILHO DE AR COMO ORGANIZADOR PRÉVIO

SÉRGIO LUIZ BEZERRA TEIXEIRA

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, no curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Manoel Leonel de Oliveira Neto, DSc

Natal, RN

Julho de 2016

MOMENTO LINEAR E SUA LEI DE CONSERVAÇÃO, UTILIZANDO UM TRILHO DE AR COMO ORGANIZADOR PRÉVIO.

SÉRGIO LUIZ BEZERRA TEIXEIRA

Orientador:

Prof. Manoel Leonel de Oliveira Neto, DSc

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Prof. Manoel Leonel de Oliveira Neto, DSc
IFRN-Campus Central
Orientador

Examinador Externo

Examinador Interno

Natal, RN
Julho de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

T355m Teixeira, Sérgio Luiz Bezerra.

Momento linear e sua lei de conservação utilizando um trilho de ar como organizador prévio / Sérgio Luiz Bezerra Teixeira – 2016.

109 f : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2016.

Orientador(a): Prof. D.r Manoel Leonel de Oliveira Neto.

1. Ensino da física - Dissertação. 2. Aprendizagem significativa - Dissertação. 3. Trilho de ar - Dissertação. I. Oliveira Neto, Manoel Leonel. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 53:37

Dedico este trabalho a minha
família que muito me apoiou e
incentivou a realiza-lo.

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por sempre iluminar o meu caminho.
- Aos meus heróis, meus pais Lindalva e Manoel Teixeira (In memória) pelo grande apoio aos meus estudos e toda educação familiar.
- A minha grande esposa e companheira Adenilda de Lima pela paciência, orientação e força, que me fizeram prosseguir quando o fardo estava muito pesado. Essa vitória é sua. Te amo.
- As minhas lindas filhas Carla Simone e Juliana e ao meu genro Leonel Assunção por me motivar e apoiar e por todo o incentivo que me fez prosseguir.
- Ao meu orientador Professor Doutor Manoel Leonel de Oliveira Neto pelas orientações e sugestões em todo o trabalho.
- A professora Andréa Nascimento pela troca de informações, ideias e sugestões.
- Ao técnico de laboratório de física do IFRN (campus central), Jailson e ao carpinteiro o senhor Carlos Preto pela paciência, dedicação, disponibilidade e generosidade em partilhar na construção do trilho de ar.
- Ao amigo Flávio Urbano, a quem agradeço profundamente pelas sugestões, correções, contribuições para melhorar ainda mais o trabalho, que me fez acreditar ainda mais em minha capacidade.
- Aos colegas Caio, Roney, Esaú e Ubaldo pela força que me fez caminhar até o fim.
- A todos os excelentes professores do MPEF do IFRN que confiaram e acreditaram no meu potencial e dedicação durante esta caminhada.
- A todos os colegas do MPEF do IFRN que estiveram juntos nessa caminhada e que, certamente, lembrarão em toda vida dos momentos juntos nas nossas aulas e fora delas.
- A CAPES pelo apoio financeiro.

RESUMO

Este trabalho verifica a possibilidade do uso de um trilho de ar, construído com materiais de fácil aquisição, no estudo das leis de conservação no Ensino de Física e proporciona uma aprendizagem significativa, alicerçada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, confirmadas nas obras Marco Antônio Moreira. O objetivo é minimizar a dicotomia existente entre teoria e a prática experimental bem como, auxiliar na compreensão de textos teóricos como alternativa nas aulas experimentais. Duas atividades foram elaboradas e aplicadas em duas etapas, nas turmas do primeiro e segundo anos do curso Técnico Integrado de Controle Ambiental e segundo ano de Geologia do IFRN. Primeiramente aplicou-se o teste de verificação no sentido de identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conceito de Momento Linear e sua Conservação, posteriormente usou-se um trilho de ar de forma experimental visando a construção de conhecimentos mais consistentes dos alunos aos conteúdos aplicados. A interpretação das respostas pôde ajudar a entender a apropriação dos conhecimentos por parte dos alunos, o que os auxilia no desenvolvimento de uma percepção da física em situações do seu cotidiano. A proposta, tem um perfil construtivista e fundamenta o processo ensino-aprendizagem na atividade experimental de modo a articular o conhecimento formal físico com os saberes dos alunos. Este estudo propõe um ensino de física atraente para os alunos, com ênfase na compreensão dos conceitos, e relacionando-as com o cotidiano dos discentes.

Palavras-chave: Ensino de Física; Aprendizagem Significativa; Trilho de ar.

ABSTRACT

This work verifies the possibility of using an air track, built with easy-to-purchase materials for the study of conservation laws in the teaching of physics and provides meaningful learning, based on the Theory of David Ausubel, and confirmed in the works of Marco Antonio Moreira. The goal is to minimize the dichotomy between theory and experimental practice as well as assist in the understanding of theoretical texts as an alternative in experimental classes. Two activities were designed and implemented in two stages, in the classes of the first and second years of the Integrated Technical Course of Environmental Control and the second year of Geology at IFRN. First the verification test was applied to identify the students' prior knowledge regarding the concept of Linear Momentum and its Conservation, after that, an air track was used experimentally for the construction of more consistent knowledge of students to the contents applied. The interpretation of the answers could help understand the acquisition of knowledge by the students, what assists them in developing a sense of physics in everyday situations. The proposal has a constructivist profile and bases the teaching-learning process in the experimental activity in order to articulate the physics formal knowledge with the previous knowledge of the students. It proposes an attractive teaching for physics students, with emphasis on understanding concepts and relating them to the daily lives of students.

Keywords: Physical Education; Meaningful Learning; Rail air.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual - Massa e Velocidade dando origem ao conceito de Momento Linear.....	36
Figura 2 - Fonte de tensão (12V-10A) e Compressor.....	39
Figura 3 - Eletrodoto, transferidor, Cano de Área Quadrada e Cavalete de apoio.....	40
Figura 4 - Carrinhos e Cavalete de Apoio.....	40
Figura 5 - Trilho montado como Plano Horizontal	41
Figura 6 - Trilho de Ar como Plano Inclinado	41
Figura 7 - Trilho de Ar como Plano Horizontal	42
Figura 8 - Trilho de Ar armado para experiência do Plano Inclinado ..	43
Figura 9 - Alunos em atividade prática (Uso do Trilho de Ar).....	44
Figura 10 - Alunos em discussões sobre a prática (Trilho de Ar) e o Professor como um Mediador.....	44
Figura 11 -Trilho de ar como plano horizontal.....	45
Figura 12 -Trilho de ar armado para experiência do plano inclinado...47	47
Figura 13 - Transferência de movimento	50
Figura 14 - Transmissão de movimento por compensação.....	51
Figura 15 - Airbag aumenta o tempo diminuindo a força.....	52
Figura 16 - Ao encolher as pernas, aumenta o tempo diminuindo a força.....	52
Figura 17 - Após o disparo o canhão se movimenta para uma lado e o projétil se movimenta no sentido contrário.....	53
Figura 18 - Pêndulo Balístico.....	53
Figura 19 - Demonstração de conservação do momento linear.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados em porcentagens de acertos da turma de 1º ano de Controle Ambiental.....	74
Gráfico 2 - Resultados em porcentagens de acertos da turma 2º ano de Controle Ambiental.....	75
Gráfico 3 - Resultados em porcentagens da turma de 2º ano de Geologia.....	76

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	12
INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 2	16
REVISÃO LITERÁRIA	16
2.1 Ensino de física, os parâmetros curriculares nacionais (PCN) e a de diretrizes e base da educação (LDB)	16
2.2 Uma nova abordagem no ensino de física	18
2.3 O experimento e a sua importância como recurso pedagógico nas aulas de física	21
2.4 A Física em uma didática metodológica dentro de uma linha construtivista e contemporânea	27
CAPÍTULO 3	33
REFERENCIAL TEÓRICO	33
3.1 Aprendizagem significativa com base em David Ausubel	33
CAPÍTULO 4	38
PRODUTO EDUCACIONAL	38
4.1 Trilho de ar como recurso prático e didático	38
4.2 Material do trilho de ar	39
4.3. Montagem do trilho de ar	39
4.4 Trilho de ar montado	41
4.5.1 <i>Colisões de carrinhos com mesma massa</i>	41
4.5.2 <i>Colisão entre carrinhos com massas diferentes</i>	43
4.6.3 <i>Carrinhos abandonados do topo do plano inclinado</i>	43
4.5.4 <i>Quantidade de movimento linear (momento linear), impulso e leis de Newton</i>	45
4.5.5 <i>Movimento linear e as leis de conservação</i>	48
4.5.6 <i>Expressão matemática da quantidade de movimento e de sua conservação</i>	53
4.5.7 <i>Conservação de quantidade de movimento por transferência</i>	54
CAPÍTULO 5	57
METODOLOGIA	57
5.3 Aplicação do Produto Educacional	59

5.4 Planejamento das aulas	59
5.4.1 <i>Plano de aula</i>	60
5.5 Teste de verificação e seus objetivos	61
5.6 Planejamento da aplicação do teste de verificação	63
5.6.1 <i>Duração da aula</i>	623
5.6.2 <i>Conceito abordado</i>	623
5.6.3 <i>Comentário geral das questões de verificação</i>	623
CAPÍTULO 6	71
ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS APLICAÇÕES DOS TESTES EM SALA DE AULA	74
CAPÍTULO 7	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICE A	82
APÊNDICE B	87
APÊNDICE C	89
APÊNDICE D	91

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Desde meados do século XX até a atualidade há uma preocupação recorrente por parte de professores e estudiosos do ensino de física, principalmente no Brasil, em primar por uma formação que atenda as exigências de uma sociedade globalizada em plena expansão do conhecimento e da tecnologia (Morais, 2012).

Destacou-se que a teoria aliada à prática da física no cotidiano do aluno, traz à tona alguns recursos cognitivos e comportamentais: visão ampla do ensino de física, interesse e autonomia do educando, que favorece o desenvolvimento da capacidade de observação e aproximação de sua realidade. Portanto, estes recursos, segundo nossas reflexões, colaboram na formação de um indivíduo autônomo, criativo, crítico e transformador no sentido de que este possa atender as exigências do mundo contemporâneo.

Nesse sentido, as preocupações aumentam quando se constata que os professores do ensino de física fazem mais uso da teoria e muitos não fazem a ponte entre o conhecimento adquirido na sala de aula com o cotidiano do aluno, para que esse aluno possa trilhar na sociedade globalizada, de modo a contribuir de forma qualitativa e significativa.

Há uma preocupação dos estudiosos em física nesse sentido, onde apontam caminhos de reflexão e reformulação por parte do professor com o intuito de buscar soluções ao problema exposto. Este deixa de ser apenas um transmissor de conhecimento e passa a se estabelecer na atividade como um orientador, um facilitador do processo de construção e busca do conhecimento.

Diante disso, corroboro com esta preocupação e entendo que a experimentação é um dos alicerces para o aprendizado de física e que o professor é um dos protagonistas principais para que possa contribuir na formação de um cidadão reflexivo, crítico, solidário e transformador para o melhor da sociedade em que vive.

Entende-se que a experimentação é um dos alicerces para o aprendizado de física, e a experimentação é aqui proposta para fazer com que o aluno compreenda o conceito de Momento Linear e sua conservação. Proponho que essa compreensão mais ampla venha servir de uma ideia-âncora para todo o assunto da Mecânica, para que o discente consiga uma aprendizagem significativa.

Esse estudo busca referências que se aproximem do pensamento de Ausubel (2000), que se preocupa especialmente com a aprendizagem cognitiva, ou seja, como a informação é armazenada ou processada na mente do estudante. Principalmente, por sua teoria ser construtivista, em que se acredita que a aprendizagem pode ser dinâmica e acontece a partir de conhecimentos prévios (Moreira, 1999).

Esse trabalho tem como objetivo principal de apresentar uma unidade didática para o ensino de Momento Linear e sua conservação a partir de um aparato experimental, um **Trilho de Ar**, construído com materiais acessíveis. No intuito de preparar e fazer a relação entre a teoria e a prática presente no cotidiano dos discentes.

Neste sentido, este trilho de ar foi projetado pensando na forma mais prática e experimental do aluno estudar a conservação do momento linear e também foi pensado como uma ferramenta didática, que pudesse ajudar o professor nas suas aulas de física.

Este trabalho propõe a construção de novos conhecimentos para o aluno a partir de uma sequência didática, que tem como ponto de partida uma problematização sustentada em situações que abordam o Momento Linear e que levem os alunos a se apropriarem de novos saberes, contextualizando a física ao seu cotidiano.

Um dos objetivos específicos desse trabalho é apresentar uma organização de etapas em um processo experimental de uso do trilho de ar no Ensino de Física, que possa ajudar no desenvolvimento da autonomia do aluno. A valorização dos conhecimentos prévios do aluno, pode auxiliar nessa autonomia. Pois, assim, esses mesmos conhecimentos servem de base na construção de novos, que possam intervir e participar da sua realidade cotidiana. Dessa forma, o professor ao valorizar essa etapa do

processo, convida o aluno a buscar a construção do pensamento mais livre.

“Cada ser é capaz de aprender a partir do momento que o indivíduo visualiza algum fenômeno e será capaz de relacionar o conhecimento adquirido com diversos fatos vivenciados no seu cotidiano”
(Vygotsky, 1927).

Portanto, a organização, observação, reflexão e discussão em conjunto das etapas da instrução programada indica ser um meio facilitador da compreensão dos conteúdos propostos pelo professor, bem como a construção do pensamento livre e da autonomia do aluno, que neste caso serviu de apoio à compreensão da conservação do momento linear e das suas conservações a partir de um trilho de ar.

Procurou-se neste trabalho contribuir para a melhoria do ensino de física no Ensino Médio, especificamente sobre o conteúdo de Momento Linear. Pro, através da unidade didática, que os professores possam ter uma visão ampla desse conteúdo, que vá além das paredes da sala de aula e que as experiências práticas contribuam para a autonomia dos educandos. Favorecendo assim, o desenvolvimento da capacidade de observação, experimentação, reflexão, criação e aproximando a física da realidade cotidiana do aluno, também concretizando os conteúdos da aprendizagem de forma significativa.

Esta dissertação está dividida como se segue: no CAPÍTULO 2 foi apresentado uma revisão literatura onde fazemos uma visão geral sobre a física, a importância do experimento como recurso pedagógico, a física em uma didática pedagógica construtivista onde tecemos algumas considerações sobre o porquê da escolha da temática, a luz dos documentos oficiais sobre o ensino de física e da sua importância para o ensino médio e sociedade de modo geral; no CAPÍTULO 3 apresentou-se um relato sucinto da aprendizagem significativa com base em David Ausubel, que servisse como embasamento teórico na descrição, análise e interpretação dos dados dessa pesquisa; no CAPÍTULO 4 é apresentado o

Produto Educacional desenvolvido neste trabalho. Foi realizado uma descrição do **trilho de ar** como recurso prático e pedagógico, apresentamos o material que foi utilizado para sua construção, fotos da montagem do trilho, fotos do trilho já montado, detalhamos todo o material didático desenvolvido para a aplicação desta proposta de ensino: Teoria e Prática do momento linear e sua conservação. Disponibilizamos o Produto Educacional no APÊNDICE D. O CAPÍTULO 5 traz a uma proposta metodológica, que se refere à descrição do contexto de aplicação da proposta, condições físicas da escola. Apresentamos todas as etapas da aplicação do produto foi disponibilizado o teste de verificação que está no APÊNDICE A. Neste capítulo também é apresentado os resultados das turmas com relação a aplicação do teste e das atividades experimentais desenvolvidas segundo a sequência das atividades trabalhadas, descrevendo a participação das turmas em cada atividade teórica e prática, mostrando como o material instrucional desenvolvido foi aplicado; no CAPÍTULO 6 foi apresentado uma descrição por meio de gráficos dos resultados apresentados pelas turmas de 1º Ano, 2º Ano de Controle Ambiental e 2º Ano de Geologia do pré-teste e pós-teste; no CAPÍTULO 7 é a última etapa do trabalho onde foi apresentado algumas considerações gerais a respeito do trabalho desenvolvido, foi registrado pontos positivos e negativos. Foi realizado também uma análise de tudo o que foi pensado e proposto, uma reflexão sobre a utilização do método e da atividade sugerida para impulsionar aulas de física mais atrativas que tirem o aluno da sua passividade e o tornar a ser participante ativamente do processo ensino-aprendizagem, articulando uma aprendizagem que realmente tenha significado para ele.

CAPÍTULO 2

REVISÃO LITERÁRIA

Este capítulo traz a revisão literária utilizada para o desenvolvimento da pesquisa. Para fundamentação, procurou-se literaturas baseadas nos PCN e na LDB para o ensino de física, aliando a teoria de aprendizagem com uma nova abordagem nas aulas da disciplina. Apresentou-se uma didática metodológica construtivista, contemporânea, o experimento aplicado (*trilho de ar*) e a sua importância como recurso pedagógico para a construção do conhecimento, aplicado nas aulas de física.

2.1 Ensino de Física, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Lei de Diretrizes e Base da Educação (LDB)

O conhecimento de física na escola do Ensino Médio ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN. Nesse sentido, estes apontam para a física as competências específicas possíveis de lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, bem como a busca da compreensão do universo distante a partir de princípios, leis e modelos por ele construída. As competências em física foram organizadas nos PCN de forma a explicitar os vínculos com outras áreas das ciências da natureza. Essas competências relacionam-se principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos.

A ideia de um ensino de física contextualizado está cada vez mais presente no discurso dos professores e educadores, o que não significa, necessariamente, que seja uma prática corrente na escola. (Carvalho, 2010).

Os próprios documentos oficiais do Ministério da Educação ressaltam a contextualização, juntamente com a interdisciplinaridade, como um dos pressupostos centrais para implementar um ensino por competências. Isso fica claro nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCMEM) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs e PCN+). Todavia, um consenso em relação ao que seja um ensino de Física contextualizado está longe de acontecer. Essa interpretação da

contextualização acaba sendo reforçada pelas próprias DCMEM, ao se afirmar que “ é possível generalizar a contextualização com recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (BRASIL, 1999, P.94).

A proposta dos PCN, é que o Ensino de Física promova um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentando uma física voltada ao cotidiano desse aluno, ou seja, o resultado da aprendizagem ocorra no momento que aprende e não posterior ao aprendido.

Paralelamente, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB (Lei 9394-96), ao situar o Ensino Médio como etapa final da Educação Básica, define-o como a conclusão de um período de escolarização de caráter geral. Trata-se de reconhecê-lo como parte de uma etapa da escolarização que tem por finalidade o desenvolvimento do indivíduo, assegurando-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania, fornecendo-lhe os meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (art.22 – LDB).

Na sua compreensão, a LDB sobre o Ensino Médio deixa clara a importância da educação geral como meio de preparar para o trabalho e formar pessoas capacitadas à sua inserção social cidadã, de se perceberem sujeitos de intervenção do seu próprio processo histórico atentos às transformações sociais, compreendendo os fenômenos cotidianos, possibilitando, sobretudo, a continuação dos seus estudos.

A LDB estabelece que a física para um novo Ensino Médio compõe, portanto, a interdisciplinaridade com a Biologia, a Química e a Matemática como uma das áreas em que se organiza esse ensino. Por conseguinte, estabelece relativamente à formação a ser desenvolvida, de modo que esta deve promover “a compreensão dos fundamentos científicos tecnológicos dos processos produtivos, relacionados à teoria com a prática no ensino de cada disciplina”.

Em acordo com as linhas mais contemporâneas de ensino das ciências, as orientações curriculares para o ensino médio predispõem, “partimos da premissa de que no ensino médio não pretende formar físicos.

O ensino dessa disciplina destina-se principalmente aqueles que não serão físicos e terão na escola uma das poucas oportunidades de acesso formal a esse conhecimento. Há de se reconhecer, então, dois aspectos do ensino da física na escola: A física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo”. (BRASIL, 2006).

Não interessa apenas que o aluno aprenda física, mas também que tenha compreensão dos instrumentos diversos que acompanham esse aprendizado. Apesar de não ser propriamente uma novidade, essa concepção reforça o redirecionamento dos elementos históricos, éticos e estéticos para um papel de maior relevância. Essa perspectiva educacional é importante para que as alterações curriculares não sejam entendidas apenas como mais uma lista ou reordenação de tópicos. (Meneses, 2000).

2.2 Uma nova abordagem no ensino de física

É notório que toda a sociedade, incluindo-se os estudantes dos diferentes níveis de escolaridade, enfrenta atualmente uma gama de mudanças, seja no contexto social ou de trabalho, seja na forma com que se comunica e exerce as suas atividades diárias. Neste contexto de constantes transformações, acreditamos ser conveniente analisar em que medidas os modelos pedagógicos atuais estão atendendo as mudanças ocorridas com o aluno e seu contexto de vida. (Morais, 2012).

As exigências do moderno fazem com que a pertinência do que se ensina e a formação que ela oferece sejam questionadas. Mas diante dos descompassos observados, torna-se imprescindível o aprimoramento do uso dos recursos instrucionais, das técnicas e ferramentas de ensino e dos enfoques adotados, visando o aperfeiçoamento da educação do educando, tendo em vista não apenas a aprendizagem conceitual do educando, mas prioritariamente a necessidade de se fundamentar a sua formação em elementos que o capacite a enfrentar os desafios da modernidade. Acredita na necessidade de formar cidadãos para o mundo atual, ou seja, não podemos mais estar à mercê de apenas conteúdos distantes do cotidiano do aluno. O avanço tecnológico nos leva a buscar cada vez mais

conhecimentos avançados para atender a essa demanda social global. (Carvalho, 2010).

Os Parâmetros Curriculares reafirmam as ideias delineadas pela LDB, propondo duas linhas para a composição dos currículos escolares: A base comum nacional e a parte diversificada. Mas a cada dia há um aumento nas tentativas de construção de diferentes formas de ensinar, com o foco na aprendizagem dos conceitos em relação ao Ensino de Física. Esse movimento de mudança encontra eco e se reforça nos documentos oficiais da educação brasileira, principalmente a partir da promulgação, em 1996, da Lei de Diretrizes e Bases para a educação número 9394 (Brasil, 1996). Entendemos também os PCNEM como uma orientação que podem auxiliar na reflexão e na busca de caminhos dos tantos desafios que se colocam hoje para nós. Também entendemos esses parâmetros como uma sinalização para guiar nossas práticas. Quer como educadores, quer com professores, pesquisadores e autores de materiais didáticos. Sem dúvida, temos de considerar que se trata de enorme desafio dar conta de tantas inquietações, de tantos objetivos, competências e habilidades a serem desenvolvidos no ensino de física.

Na mesma linha, é publicado na coleção Explorando o Ensino de Física, em que “o objetivo da escola média deve, assim, estar voltado para a formação de jovens, independentes de sua escolaridade futura. Jovens que adquiram instrumentos para a vida, para raciocinar, para exercer os seus direitos, para transformar, para viver”. (Mec-v.7.p.10).

Neste contexto, nos perguntamos: Por que a maioria dos alunos não gostarem de física e não aprenderem física? Acredita-se ser a falta de interesse e motivação dos alunos um dos obstáculos para a aprendizagem. Porém, se acaba percebendo também que a maioria dos livros do ensino de física trazem conteúdos centrados em cálculos matemáticos, não se preocupando em estabelecer relações com a realidade do aluno e a física em particular. Os conteúdos de física presentes nos manuais e livros didáticos se encontram distantes da vida cotidiana, das tecnologias, enfim, do mundo dos alunos. Quando a física é muito mais do que conteúdos matemáticos: ela deve ser entendida como uma cultura que possui valores e linguagens do cotidiano, mas para isso, precisa ser apresentada de

maneira contextualizada e de forma dinâmica para os alunos. (Carvalho, 2011).

Diante disso, a problemática da inserção de conteúdos de Física Contemporânea perpassa a formação de uma consciência do professor, principalmente, a proposta de que existe a viabilidade de se ensinar algo diferente e que vá além das paredes da sala de aula.

Nesse sentido, Ausubel (2000) representa importante referência para o processo de ensino-aprendizagem de física. Os fundamentos propostos pelo autor apresentam a associação da aprendizagem ao significado, de organização e integração do material na estrutura cognitiva do aprendiz. Para ele, o fator isolado que mais influência é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, seus conhecimentos prévios, cabendo ao professor identificá-lo para que sirva de base a construção dos novos conhecimentos. No ensino de física Ausubel é referência, já que muitos exemplos expostos por ele nas suas obras estão vinculados ao processo de aprendizagem dos conteúdos de Física. (Moreira, 2011)

Assim, surge o questionamento sobre como construir uma sequência didática que tenha como ponto de partida uma problematização, sustentada em uma situação tal que o educando se depare com a necessidade de se apropriar de um conjunto de saberes que ainda não têm, Carvalho (2011). O conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo acabado. Macedo (1994 p.36) corrobora com esta ideia quando afirma que:

“Ser construtivista implica uma prática pedagógica como base não apenas na simples transmissão, por mais importante que seja. Implica, também, tratar a prática pedagógica como uma investigação como experimentação, descoberta e construção”.

É muito comum no ensino de física, os alunos por meio de propostas durante as aulas, acessem conceitos, leis, modelos e teorias que expliquem satisfatoriamente o mundo em que eles vivem. Se é verdade que em educação não se deve buscar receitas prontas para a solução de problemas, cabe ao professor pautar toda sua prática em uma discussão consistente a respeito da realidade do cotidiano, ser ético nas relações

mantidas com todos os envolvidos no processo educativo e coerente em suas atitudes. Dessa forma, mediar a relação professor e educando ampliando o espaço de diálogo entre professor- saber a ensinar- e alunos (Carvalho, 2011).

Portanto, concordo com as ideias de Alvarenga e Máximo (2014) quando afirmam que a física até hoje ainda é ensinada com grande formalismo matemático em muitas escolas. Trata-se de um ensino limitado à memorização de fórmulas, com treinamento de exercícios repetitivos e com fim em si mesmo. Nesses modelos, o ensino de física não forma e não educa. Na mesma direção, a LDB prescreve que a física deve formar o educando para a vida, para o mundo do trabalho, e, aprimorar o educando como pessoa.

2.3 O experimento e a sua importância como recurso pedagógico nas aulas de física

A importância da prática experimental, no ensino de física, é uma maneira mais rápida e objetiva de levar o educando a participar efetivamente de seu processo de aprendizagem.

Desde século XIX as aulas práticas experimentais fazem parte do planejamento do ensino de física da escola média tendo como objetivo, proporcionar aos alunos um contato mais direto com os fenômenos físicos (Lanetta et al, 2007).

Apesar das atividades experimentais estarem há quase 200 anos nos currículos escolares e apresentarem uma ampla variação nos possíveis planejamentos, nem por isso os professores têm familiaridade com essa atividade. A grande maioria destes laboratórios se traduz em aulas extremamente estruturadas com guias do tipo “receita de cozinha”. Nessas aulas, os alunos seguem planos de trabalho previamente elaborados, entretanto nos laboratórios somente para seguir os passos do guia, onde o trabalho do grupo de alunos se caracteriza pela divisão das tarefas e muito pouco pela troca de ideias significativas sobre o fenômeno estudado (Carvalho,2010).

Caminhando na direção das ideias experimentais do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) USP – São Paulo, concordo com a sua abordagem da teoria física, pois centra o experimento qualitativo e suas discussões apresentando ao aluno a possibilidade de desenvolver a capacidade de discutir e trabalhar em grupo. Também por encontrar no experimento excelente alternativa para trazer atividades diferenciadas e com linguagens acessíveis aos alunos (GREF, 2012).

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (1998) é muito importante que as atividades experimentais não se limitem a nomeação e manipulação de vidrarias e reagentes que se mostre fora do contexto. Assim é fundamental que as atividades práticas garantam o espaço de reflexão tanto para professor e aluno e desenvolvimento nas construções de ideias combinados a conhecimentos de procedimentos e atitudes. Esse movimento de mudança se reforça nos documentos oficiais da educação brasileira, principalmente a partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (Lei 9394/96).

Moreira (2000) também alerta para a metodologia do ensino de física que vem sendo utilizada há décadas pelos professores, onde “o laboratório parece ser uma obrigação incômoda para muitos professores; o ideal aparenta ser explicar, ou simplesmente repetir, o que está no livro e dar uma lista de problemas para o aluno”.

E, isso não é o que pretendo enquanto professor do Ensino de Física. Procuro disponibilizar ou criar espaços que sirvam de laboratórios aos experimentos da Mecânica e levar o aluno a refletir sobre o conteúdo teórico em questão, abrindo oportunidades a reflexão, criação, atuação de pensar livre e autônomo para que possa usar nos momentos de necessidade atual no sentido de acompanhar as exigências da sociedade tecnológica.

As atividades experimentais, quando usadas para o ensino de física, podem apresentar funções essenciais na construção do conhecimento. Não apenas como meio de promover a compreensão de fenômenos ou “demostrar” teorias, mas também para desenvolver competências e habilidades de investigação. Observar, fazer hipóteses, estimar, medir, avaliar, comparar e interpretar dados e resultados são ações fundamentais

para a apropriação de conhecimentos e procedimentos científicos. Essa necessidade também está claramente expressa nos PCN que afirma que “*é indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis*”. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento como uma verdade estabelecida e inquestionável”. (Beatriz, 2014).

Moreira (1991), ao apontar Tópicos em Ensino de Ciências, levanta alguns avanços interessantes obtidos através da atividade experimental. Ele sugere que a experimentação pode construir para aproximar o ensino de ciências das características do trabalho científico.

O contato entre a linguagem científica, as teorias, o conhecimento ou “censo comum” do educando no processo de experimentação, tornam o ensino da física mais eficaz e mais próximo do estudante. Que uma das principais razões que justificam o laboratório didático certamente é o “tratamento” das ideias prévias. Que a atividade experimental deve ser entendida como um objeto didático, produto de uma transposição didática de concepção construtivista da experimentação e do método experimental e não mais como um objeto a ensinar. Sendo assim, sua estrutura deve agregar características de versatilidade permitindo que seu papel mediador se apresente em qualquer tempo e nos mais diferentes momentos do diálogo sobre o saber do professor do ensino. Pinho Alves (2000).

As aulas experimentais exigem dos alunos uma atenção cuidadosa aos fenômenos ocorridos durante o experimento, aprimorando sua capacidade de observação, fundamental para que compreendam todas as etapas da atividade proposta e melhorem sua concentração. Uma das formulas de estimular ainda mais o aprimoramento de tal habilidade é através da socialização aos alunos de registro escritos sobre os eventos ocorridos durante a atividade (Carvalho 2005).

Contudo, torna-se importante o experimento pois ajuda o professor a despertar, no aluno, o interesse na busca de novos conhecimentos científicos, sua capacidade crítica, evitando uma educação mecânica.

“As atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados”. Coelho e Nunes (2003).

Não é preciso ir muito longe para saber que é por meio de experimentos que a física encanta e aumenta a motivação do aluno. O uso do experimento proporciona aos alunos a comprovação de que a física tem sempre uma utilidade prática.

“O aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre teoria e o experimento”. Coelho e Nunes (2003)

“Cada ser é capaz de aprender a partir do momento que visualiza algum fenômeno e também será capaz de relacionar o conhecimento adquirido com diversos fatos vivenciados no seu cotidiano”. Vigotsky (1996)

Acredita-se que para formar um conceito mais concreto é melhor que o aluno tenha vivenciado o fato, para dar mais consistência ao seu aprendizado e assim, reiteramos que esses conhecimentos prévios darão base para os novos conhecimentos e atuação no cotidiano do aluno.

A aprendizagem acontece através de três intermediações: reflexão, mediação e evolução. A partir da visão experimental o aluno pode demonstrar o nível de conhecimento em que se encontra. O uso experimental poderá permitir a construção do conhecimento pelos alunos. Para formar um conceito mais concreto é melhor que o aluno tenha vivenciado o fato. Vigotsky (1996)

Ainda pensamos com a teoria de Vygotsky apud Garcia (2005), quando diz que a atividade experimental é útil para dar início na mente do aluno à formação de uma nova estrutura cognitiva e que para isso, é preciso que novos conceitos sejam apresentados, discutidos e trabalhados de forma reiterada e numa interação social em que o professor é o parceiro mais capaz. Aliar a teoria à prática pedagógica no ensino de física, criando espaços de experimentações, sugere ajudar o aluno, jovem do Ensino

Médio, a desenvolver com maior qualidade e significado os conceitos relacionados ao conteúdo dessa disciplina.

Nesse sentido, gradativamente o ensino de física conquista seu espaço e muda o antigo conceito de ensino, buscando valorizar o aluno em todos os aspectos: físicos, psíquicos, social e cultural. Assim, os experimentos vêm servir de suporte para a ação didática, pois o aluno está inserido na construção da sua aprendizagem, ou seja, ele é sujeito do seu próprio processo de aprendizagem. Também por intermédio do experimento o aluno observa a ação de modo que ele passa a argumentar, investigar, adquirir uma linguagem científica e criar um raciocínio lógico da natureza, onde a capacidade de interpretar a física será potencializada.

Por isso, acredita-se na grande necessidade de uma reconstrução na prática pedagógica do ensino de física para propiciar uma aprendizagem significativa, sendo necessário um maior enfoque experimental, pois sabemos que as aulas práticas são de grande valor na aprendizagem cognitiva. Para isso, precisamos ter uma visão mais ampla do quanto o ensino de física pode proporcionar e que nos faça ir além das paredes da sala de aula. Pois, o laboratório quando é usado de maneira adequada, os recursos colaboram para motivar e despertar o interesse dos alunos, favorecendo também o desenvolvimento da capacidade de observação, de aproximar o aluno da realidade, de concretizar os conteúdos da aprendizagem, de permitir a fixação maior da aprendizagem e de desenvolver a experiência concreta.

Nesse sentido, a nossa proposta de prática experimental propõe ao aluno compreender a Conservação do Movimento Linear a partir do **Trilho de Ar**, com atividades experimentais que primem pela construção do conhecimento e a realização de um conjunto de procedimentos com o uso do método de instrução programada com propósito de que esta estrutura didática/metodológica possa contribuir a realização de atividades em física de maneira mais construtiva.

Assim, por acreditar que as atividades experimentais têm cumprido um inusitado papel no ensino de física e por julgar que o ato de experimentar nesta disciplina é de fundamental importância no processo

ensino-aprendizagem que se acredita no desenvolvimento dessa prática com os alunos do Ensino Médio.

Através dos trabalhos práticos e das atividades experimentais, o aluno deve se dar conta de que para desvendar um fenômeno é necessária uma teoria. Além disso, para obter uma medida e também para fabricar os instrumentos de medida é preciso muita teoria. Pode-se dizer que experimentação pode ser descrita considerando-se três polos: o referencial empírico, os conceitos, leis e teorias e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em física. Coelho e Nunes(2000).

Ao diversificar as atividades e as abordagens, dando-lhes uma conotação mais de acordo com as atividades científicas, cria-se no aluno uma nova motivação e um novo interesse para as atividades experimentais.

O produto didático (**Trilho de Ar**) foi pensado e criado como recurso pedagógico para melhorar o interesse e aprendizado dos alunos nas aulas de física, principalmente nas aulas experimentais.

“O trilho de ar é um dispositivo que permite a observação de movimentos unidimensionais onde as forças de atrito entre o corpo e o plano no qual se movimenta são bastantes reduzidas”.

Com relação a experiência, “observamos com este experimento que apesar de tentarmos criar condições necessárias, minimizando o atrito, para que todas as leis de conservação de energia possam ser demonstradas experimentalmente, ainda que utilizando um colchão de ar linear não conseguimos minimizá-lo totalmente para um experimento com todas as condições desejadas”. Santos (2008).

Isto acontece devido a impossibilidade de eliminar o ar ambiente e, também, eliminar o contato direto entre o corpo e o plano.

Villani et al (2003) discute sobre a argumentação de alunos do ensino médio, para compreender a influência dos dados empíricos na aprendizagem de alunos que trabalham em grupos no laboratório didático. Foi investigado um laboratório no qual os alunos tiveram a oportunidade de argumentar para produzir respostas às questões propostas em roteiro, com base em dados empíricos obtidos através das atividades experimentais. Os resultados evidenciam a grande importância do planejamento da atividade

experimental e dos dados empíricos nos laboratórios didáticos como medidor de significados.

Seguindo no mesmo pensamento, a pretensão também é situar nosso projeto uma proposta pedagógica (**trilho de ar**) com aquelas trazidas por outros membros da comunidade científica. Entretanto foge de nosso propósito a realização de uma revisão aprofundada da literatura sobre esse assunto.

A escolha destes periódicos deveu-se ao fato dos mesmos analisarem de forma ampla os trabalhos que estão sendo desenvolvidos na área de física no Brasil, referente a trilhos de ar, uma vez que são encontrados artigos de fácil publicação com circulação nacional e também porque desenvolvem trabalhos atualizados que visam a melhoria da qualidade do ensino de física.

Isso está de acordo com a ideia de que cabe aos educadores promover o interesse dos alunos a disciplina ministrada. Pois são muitas as contribuições de ensino - aprendizagem que o experimento fornece aos alunos, principalmente, quando a aula é demonstrativa. Esta estratégia utilizada pelo professor poderá levar os alunos a aprender-observar-explicar, bem como desenvolver sua autonomia. Que se entenda o aluno como sujeito do processo de aprendizagem, daí a necessidade de se pensar em um currículo de física que contemple a dimensão do fazer e do refletir com ações que lhe possibilitem um espaço para iniciativas de mudanças nas concepções estratificadas que hora permeiam os seus conteúdos.

2.4 A Física em uma didática metodológica dentro de uma linha construtivista e contemporânea

Na metodologia construtivista, o conhecimento do educando deixa de ser entendido como um produto e passa a ser encarado como um processo realizado pelo educando individual ou coletivamente. O ensino é baseado na pesquisa e investigação na solução de problemas por parte do educando.

Seguindo na mesma linha Morais (2012) cita o Grupo de Reelaboração do Ensino de física (GREF) que em meados de 1998 criam materiais instrucionais voltado para a física na Educação Básica. “Trata-se de um material que não enfatiza o desenvolvimento dos conteúdos da disciplina com base no formalismo matemático, pelo contrário, fornece preferencialmente uma ampla contextualização, buscando sempre abordar conteúdos a partir de situações do cotidiano presentes na vida dos indivíduos. Nesse sentido, pode-se perceber que novas propostas vem aperfeiçoar os sistemas de ensino de física, porem entendemos que é preciso continuar buscando soluções para melhorar e organizar nossas aulas, almejando sempre que o educando se perceba com um elemento ativo dentro do processo de aprendizagem.

O ensino de física de qualidade requer somar itens da física moderna/contemporânea a temas clássicos, bem como desenvolver uma metodologia fundamentada na experimentação. “Não se trata(...) de elaborar novas listas de tópicos de conteúdos, mas sobretudo de dar ao ensino de física novas dimensões”.(PCN,2002)

“Certas estratégias e certos instrumentos podem ter maior potencial facilitador da aprendizagem significativa, mas dependendo de como são usados em situação de ensino, não podem promover tal aprendizagem. Por isso acreditamos que a aprendizagem do educando depende muito mais de uma nova postura do docente, de uma nova diretriz escolar, do que de novas metodologias mesmo as modernas”. Moreira (2002)

Os PCN de Ciência da Natureza e suas tecnologias, por sua vez, apontam que “como cada ciência, que dá nome a cada disciplina, deve também tratar das dimensões tecnológicas a ela correlatadas, isso exigirá uma atualização ainda mais ágil, pois as aplicações práticas têm um ritmo de transformação que o da produção científica”, podendo se assegurar que não é possível um currículo estagnado, já que as ciências estão em constante mudança. Onde se destina especificamente para a física, ele defende uma atualização curricular diferente, pois destaca, por exemplo: o tema estruturador matéria e radiação, formado pelas unidades temáticas, matéria e suas propriedades; radiação e interações; eletrônica e

informática, para serem contempladas, é necessário que a proposta curricular apresente conteúdos atuais e contemporâneos da física.

A LDB, no artigo 35, item III, menciona como finalidade do Ensino Médio “a compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos, relacionados à teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”, e o artigo 36, item I, referente aos conteúdos, especifica que eles devem contemplar o “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna”.

“Diante desse panorama surge a necessidade de que sejam propostas novas estratégias de ensino, com a utilização de recursos didáticos inovadores, com enfoques atualizados e que atendam a essa grande evolução pela qual a educação precisa passar”. Morais (2002). Fica claro a necessidade de uma atualização curricular na física especialmente por entendermos a sua importância para a formação do jovem que vive numa sociedade globalizada, cuja as exigências estão na aquisição de novos conhecimentos e de novas tecnologias, requisitos para atender de forma eficaz as mudanças constantes no mundo.

Essa percepção representa a preocupação com a condição da formação da juventude brasileira que se encontra inserida nesse processo de mudança. “Desde que entrou como disciplina do currículo da Educação Básica em 1837, o ensino de física não permaneceu estático, foram promovidas mudanças em sua prática”. (Morais, 2012, p.2). Tem estado bem presente nas investigações dos pesquisadores do campo de pesquisa em Ensino de Física.

Em 1996 com a publicação da LDB/96, houve uma atenção maior para a atualização curricular, preocupando-se com um ensino de física que contribua de fato para a formação de um cidadão atuante na sociedade moderna. “Nesse processo, é importante acompanhar as mudanças que ocorrem em nossa sociedade e analisar de que maneira elas afetam o sistema educacional” (Morais, 2012, p.19). Entende-se que diante desse panorama de mudanças, certamente, surge a necessidade de que sejam propostas novas estratégias de ensino, para que passemos avançar em direção à educação do futuro que todos almejamos.

Na mesma linha a formação do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física- GREF, na década de 80, estabelece um novo currículo e forma de abordagem dos conceitos físicos, baseados na chamada “Física das Coisas”. Para o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), a proposta educacional tenta tornar significativo o aprendizado científico aos alunos e propõe também investigar no cotidiano vivencial do educando, as informações iniciais que compreende parte do seu entorno sociocultural. Dessa maneira, ocorre o diálogo entre professor/aluno, tornando assim fundamentalmente, o papel do professor neste contexto didático um dos mais relevantes, pois este deixa de ser transmissor de conhecimento para ser o mediador, orientador no processo de construção do conhecimento pelo aluno.

As primeiras duas LDBs (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), de 1961 e 1971, apontam com objetivo de preparar o indivíduo para sua futura integração profissional à sociedade. Entende-se como um dos papéis esperados para a escola nesse momento a formação de cidadãos preparados para enfrentar as dificuldades do mundo profissional e que fosse capaz de contribuir para o crescimento econômico do país. O que na verdade queriam era um profissional técnico. Um ensino que valorizasse a memorização e reprodução como resultados esperados para a aprendizagem não deveria ser recriminado, uma vez que tais operações cognitivas se mostravam suficientes para muitos desses cargos técnicos.

O texto dos PCNEM está permeado pela ideia de que o ensino tradicional, pautado na memorização, reprodução e automação de procedimentos, se mostra obsoleto perante a nova realidade. A aposta dos educadores foi usar o conteúdo como matéria-prima para desenvolver habilidades e construir competências. A junção de conhecimentos e competências forma um perfil de um indivíduo especialista as competências requeridas para atuar, agir sobre a situação imposta e buscar novos conhecimentos quando necessário. Assim, a educação tem como objetivo: mudar a postura do indivíduo diante das situações, mesmo que corriqueiras. Habilidades e competências pressupõem autonomia.

Seguindo na mesma linha de raciocínio cognitivo/construtivista, a teoria de David Ausubel busca explicar teoricamente o processo de

aprendizagem, no centro das suas pesquisas está a aprendizagem significativa. Para ele a, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Isso inclui a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento científico: os subsunçores, existentes na estrutura do indivíduo. Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação alcança os conceitos ou propósitos relevantes, preexistente na estrutura do aprendiz.

Ausubel é um autor que direciona o foco das suas pesquisas sempre buscando favorecer o processo de aprendizagem do aluno e os seus fundamentos teóricos. Apresenta a associação da aprendizagem ao processo significativo e cognitivo do aluno. O pesquisador e suas publicações delinearam uma nova perspectiva para o ensino de física, onde a aprendizagem significativa é referência, não esquecendo de considerar a existência de informações já contidas na estrutura cognitiva do aluno.

Nesse sentido para Ausubel, o conhecimento apropriado pela aprendizagem mecânica fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. Mas eles podem se transformar em significativo, à medida que as novas informações dessa forma adquiridas vão se organizando e servindo de subsunçores para novas aprendizagens. O aluno até argumenta que estuda muito, que “já sabe tudo”, mas não consegue resolver problema ou questões que impliquem em usar e transferir esses conhecimentos (Moreira, 1983, p.22).

Há momentos que a aprendizagem mecânica pode até ser desejável, ou ainda necessária como princípio para adquirir um novo conhecimento. Nela é necessária quando o indivíduo adquire informações em uma área do conhecimento completamente nova para ele. Na verdade, esta condição, envolve além da natureza do material (lógico, coerente, ideias relevantes e bem articuladas), a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz (existência de subsunçores específicos com os quais o novo material pode ser relacionado) (Moreira, 1983, p. 25).

Muitos fatores otimizam o processo de ensino e aprendizagem, sua teoria se fundamenta na precedência da cultura sobre o desenvolvimento

cognitivo de uma pessoa. Para ele, a aprendizagem entendida como resultado da interação de crianças ou aprendizes com adultos ou parceiros mais capazes, é condição necessária para promover o desenvolvimento cognitivo. Os conceitos acontecem ainda na infância, se estabelecendo na adolescência. O uso do signo, ou palavra como meio no qual conduzimos nossas operações mentais, controla o seu curso e as canalizações na direção do problema enfrentado. Vigotsky (1998)

Diante do exposto, se acredita que cabe ao professor tentar organizar da melhor maneira possível o que pode servir de motivação para o ensino de física. Um bom ensino é de fundamental importância que o professor tenha uma visão muito mais ampla de sua disciplina, visto que atualmente os educandos têm acesso a uma infinidade de informações disponíveis via internet, com isso trazem para sala de aula suas dúvidas dessas informações, querendo discutir coisas do universo que não fazem parte dos conteúdos do Ensino Médio. Portanto, não existe métodos perfeitos, todo método tem suas falhas. Por esse motivo deve-se estar sempre atento as mudanças, para não se fique a repetir teorias ultrapassadas e metodologias que já não são mais utilizadas.

CAPÍTULO 3

REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aprendizagem significativa com base em David Ausubel

“O fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe” (David Ausubel)

O referencial teórico dessa dissertação tem como base a teoria de aprendizagem de David Ausubel, segundo a leitura de M.A. Moreira.

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Moreira (2012)

A aprendizagem é o processo por meio do qual os indivíduos adquirem novos conhecimentos, produzidos pela sociedade, desenvolve competências e muda o comportamento relevante estável (Ausubel, 1980).

David Ausubel é um dos representantes da teoria do cognitivismo que se preocupou com as teorias de aprendizagem, propondo o conceito de aprendizagem significativa. Para este autor, o conjunto de experiências de aprendizagem de uma pessoa está organizado em grupos hierarquizados de conhecimentos, estes formam sua estrutura cognitiva. “Os novos conhecimentos se ancoram em conhecimentos preexistentes e assim adquirem significados”. Moreira (2012)

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1980) que tem sido referenciada em diversos trabalhos que o consideram como o principal estudioso da aprendizagem significativa, sobretudo no ensino de Física. Essas teorias construtivistas cognitivas (Moreira,1999), por exemplo, considera que Ausubel é:

[...] um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo ponto de vista cognitivo, embora reconheça a importância da experiência afetiva. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele se baseia na premissa de que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. (Moreira, 1999, p.152)

De fato, para Ausubel (1980) o envolvimento do aluno no processo ensino aprendizagem passa pela sua motivação para investigar, explorar e compartilhar as descobertas. A sua teoria fomenta uma Aprendizagem Verbal Significativa onde o indivíduo recebe informações através da linguagem dos signos de maneira verbal e eficiente. Dessa forma, o indivíduo tem o domínio dos conceitos e preposições de maneira a conseguir integrar uma nova informação nos conhecimentos previamente adquiridos.

Um ponto importante na aprendizagem significativa de Ausubel, é a linguagem. “Os novos conhecimentos passam a significar algo para o aprendiz quando ele é capaz de explicar situações com suas palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende”. Moreira (2012).

Ausubel enfoca a linguagem como meio para a ocorrência da aprendizagem significativa. Portanto, para os conceitos ensinados serem realmente compreendidos pelos alunos, eles precisam ser aprendidos com uma linguagem que também chame a atenção dos mesmos. É necessário determinar isso e ensiná-los com base nos conhecimentos que também já possuem. Moreira (2003)

Portanto a aprendizagem significativa de Ausubel é um conceito chave, considerando que os seres humanos pensam, sentem e agem. Ou seja, “quando o sujeito atribui significados ao dado conhecimento ancorando-o interativamente em conhecimentos prévios”, (Moreira 2011).

Para que a aprendizagem significativa aconteça é preciso que o professor proporcione para o aluno um material potencialmente significativo e que os alunos manifestem uma pré-disposição para aprender, pois, não existe aprendizagem significativa se os alunos não estiverem pré-dispostos a aprender significativamente. Ausubel (1980)

Assim, é importante destacar também que, na aprendizagem significativa, a nova informação não forma vínculo simples com ideias preexistentes na estrutura cognitiva. Ao contrário, esses vínculos só existem se a aprendizagem aconteceu de forma automática. Quando acontece aprendizagem significativa, há uma mudança importante tanto na informação nova quanto nas ideias preexistentes.

Segundo Moreira (2011), a aprendizagem significa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitivas, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

Por outro lado, contrastando com a Aprendizagem Significativa, Ausubel (2000) define aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem com pouca ou nenhuma relação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária: Não há intenção entre nova informação e aquela já armazenada, dificultando, assim a retenção. A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém simples memorização de fórmulas matemáticas, leis e conceitos pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso. Ou seja, através do que é sentido e compreendido, o homem, por aquisição de conceitos, que é o processo cognitivo, organiza suas experiências e por meio desses conceitos adquiridos o homem situa-se no mundo. Moreira (2006)

Ausubel estabelece a existência de dois métodos de aprendizagem de conceitos: a formação de conceitos e a assimilação de conceitos. “Conceitos estão na base do pensamento humano, do raciocínio, do desenvolvimento cognitivo” Ausubel (1968). Para compreender um conceito depende tanto da estrutura cognitiva existente quanto do conceito.

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, ideias ou preposições relevantes e inclusivas estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem dessa forma, como “âncoradouro” para novas ideias, conceitos ou proposições. Ou seja, os “âncoradouros “ levam ao desenvolvimento de conceitos que servem como facilitador para a nova aprendizagem. Por isso os mapas conceituais apontam uma nova direção, são dinâmicos e estão constantemente mudando o curso da aprendizagem significativa. Moreira (2012).

Para a existência, na estrutura cognitiva do educando, subsunções, Ausubel sugere que além da aprendizagem mecânica, usada para memorização de novos conhecimentos, o uso de organizadores prévios. Segundo ele, esses conhecimentos servem de “ponte cognitiva” entre o que o educando sabe e o que ele deve saber, para que o novo assunto ser aprendido de forma significativa.

Na aprendizagem significativa temos aumento da capacidade de aprender outros conteúdos mais facilmente. A partir do exposto, apresentamos este modelo de mapa conceitual, seguindo a concepção ausubeliana, ou seja, partir de dois subsunções, **Massa e velocidade**, dão origem a uma ideia âncora chamada, **Quantidade de Movimento Linear**.

ORGANIZADOR PRÉVIO (MAPA CONCEITUAL)

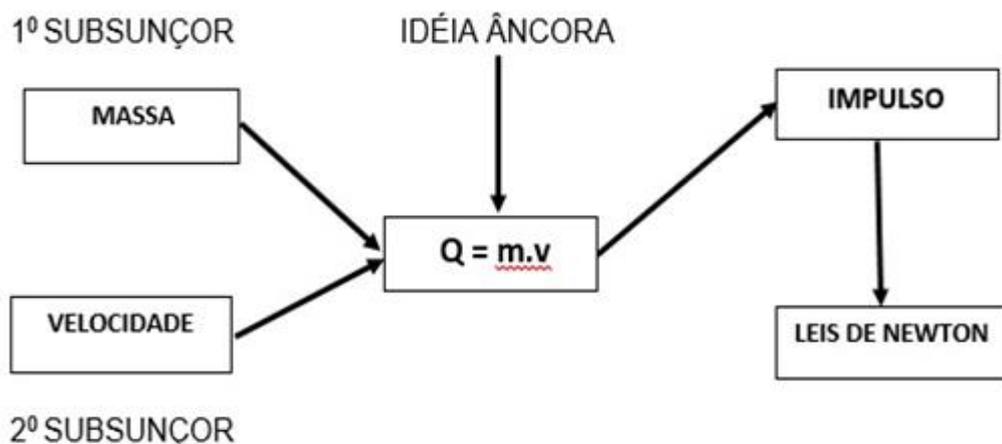


Figura 1 – Mapa Conceitual – Massa e Velocidade dando origem ao conceito de Momento Linear

A proposta desta pesquisa caminhando nesse sentido, com **auxílio de um trilho de ar** como instrumento instrucional, busca investigar a relação entre massa e velocidade nos tipos de interação entre corpos em colisões e algo que se conserva, chamado de momento linear. Acredita-se que desse modo, se potencia a teoria da aprendizagem de David Ausubel que se constitui no principal referencial teórico, tanto para justificativa do problema, como para a análise e tratamento dos resultados da investigação.

“Hoje a matemática está alojada de forma definitiva no seio da física”. Nesse sentido, as evidências apresentadas nas experiências sinalizam para a existência de uma possível relação de implicação dialógica entre a aprendizagem significativa dos conteúdos físicos e matemáticos, mostrado no mapa conceitual da figura 1, onde temos a definição do Momento Linear a partir de dois subsunçores, Massa e Velocidade. Carvalho (2011).

Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o outro material pudesse ser aprendido de forma significativa ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

Nesse sentido, os mapas conceituais são estratégias onde sua aplicação como ferramenta pedagógica, se torna capaz de se inserir no processo ensino- aprendizagem. Assim, essa disposição pode ser atingida quando o professor produz situações práticas que levem o aluno a expor seus próprios problemas.

Para Ausubel, a aprendizagem é significativa quando uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento da pessoa. Para que ocorra essa interação uma aprendizagem significativa, a nova informação deve relacionar-se de maneira substantiva, e não arbitrária com os conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva, dando inclusive, novos significados a eles. (Moreira,1999, p.11).

Percebe-se que as nossas informações podem se tornarem significativas dependendo do aluno e do próprio professor. O educando necessita manifestar uma disposição de relacionar o novo material em sua estrutura cognitiva de forma substantiva, caso contrário, os conteúdos assimilados pelos educandos terão forma vaga, tornando-o desinteressado a aprender, levando-o para o hábito de decorar. Ao professor cabe a escolha de um material substancialmente significativo, isto é, relacionada a estrutura cognitiva do educando.

CAPÍTULO 4

PRODUTO EDUCACIONAL

Neste trabalho foi desenvolvida uma Unidade Didática prática e teórica, o **Trilho de Ar** de fácil aquisição como instrumento motivacional para uma aprendizagem significativa dos conteúdos Quantidade de Movimento Linear e a sua Lei da Conservação.

4.1 Trilho de ar como recurso prático e didático

O experimento, segundo observações, é dito como de grande importância na relação ensino-aprendizagem, porém os equipamentos de laboratório são geralmente de alto custo e requerem conhecimentos específicos para o seu manuseio. Com o intuito de difundir o experimento de física, apresenta-se nesta dissertação a construção de um equipamento de baixo custo, que pode ser utilizado nos estudos como a Conservação do Momento Linear e as Leis de Newton.

Desta forma, realizou-se a montagem de um **trilho de ar** construído com cano de secção quadrada de alumínio de 1" x 1,2 m, eletroduto de 32 mm, suporte de madeira e a base também de madeira com 1 x 15 x 100 cm.

Para a montagem do experimento, usou-se o eletroduto de 32 mm que serve de apoio para a entrada do fluxo de ar no cano quadrado de 1" x 1,2 m com pequenos orifícios feitos com uma broca de 1mm. Estes orifícios são distribuídos ao longo da parte da superfície do cano quadrado. Para explicar o plano inclinado no experimento é utilizado um suporte de madeira que serve de apoio para as experiências no trilho de ar.

Com o conjunto montado, conecta-se em uma das extremidades um compressor com fonte de 12 V-10 A.

Os corpos de provas são retângulos feitos com perfil de secção quadrada (que foi chamados de carrinhos). Todo o trabalho está bem demonstrado nas fotos a seguir.

4.2 Material do trilho de ar

- Compressor de um aspirador de pó veicular 12 V dc;
- Cano de secção quadrada em Alumínio 1" x 1,2 m;
- Eletroduto 32 mm;
- Suporte de madeira;
- Caixa Plástica 5 X 7 X 15 cm;
- Base em madeira 1 X 15 X 100cm;
- Parafusos com porca 0,5 x 4 cm;
- Luva em 32 mm;
- Broca para metal 1 mm;
- Fita isolante cor vermelha;
- Fita isolante cor verde;
- Fita isolante cor amarela;
- Transferidor de acrílico de 180°;
- Fonte de tensão de 12 V – 10 A;

4.3 Montagem do trilho de ar



Figura 2 - Fonte de Tensão (12v - 10A e Compressor)

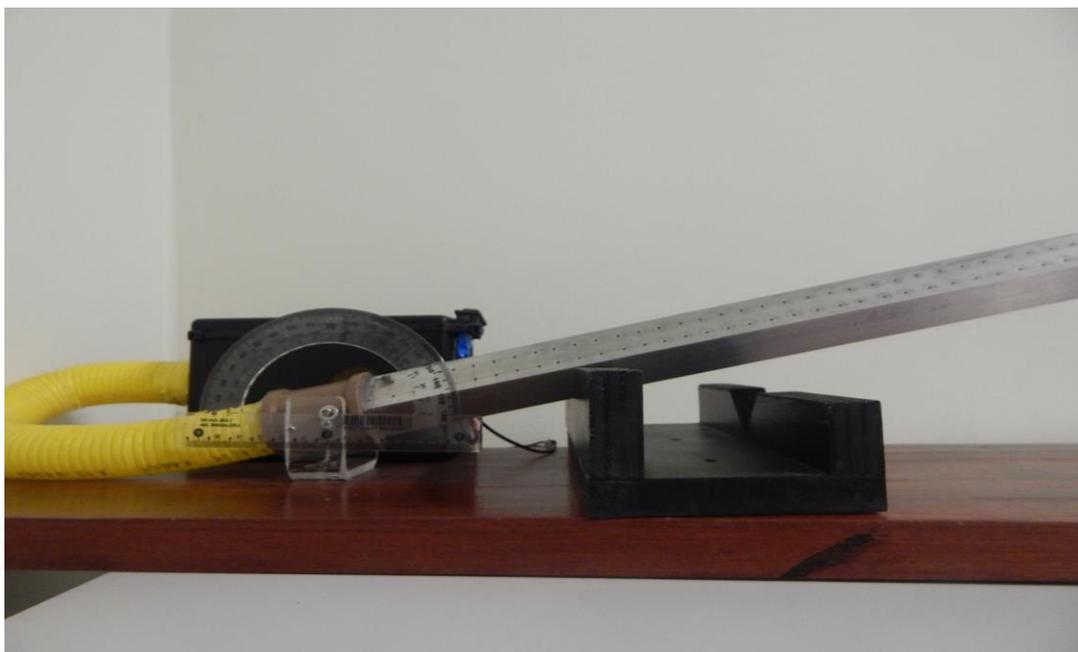


Figura 3 – Eletroduto, transferidor, Cano de Área Quadrada e Cavelete de apoio

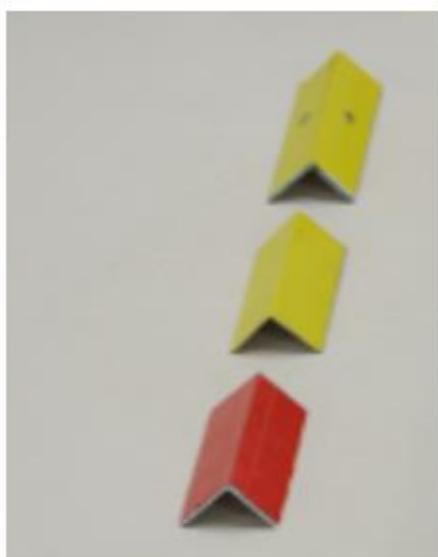


Figura 4 - Carrinhos e Cavelete de Apoio

4.4 Trilho de ar montado



Figura 5 - Trilho montado como Plano Horizontal



Figura 6 - Trilho de Ar como Plano Inclinado

4.5 EXPERIÊNCIA

Procedimento experimental com a aplicação do trilho de ar

O que se espera dos alunos:

- Os alunos, usando o trilho de ar, devem produzir interações (colisão frontal) entre carrinhos numa única direção.

- Os alunos devem descrever suas observações e os esquemas dos movimentos produzidos, para posteriores discussões dos resultados.
- Cada experiência nas colisões deve ser realizada no mínimo em três vezes.

4.5.1 Colisões de carrinhos com mesma massa:



Figura 7 - Trilho de Ar como Plano Horizontal

- a) Considere dois carrinhos, de mesma massa numa superfície lisa e horizontal. Um está em repouso e o outro é lançado provocando uma colisão frontal. Agora, descreva o que observou após a colisão.
- b) Considerando dois carrinhos, de mesma massa numa superfície lisa e horizontal, que são lançados um de encontro ao outro sofrendo uma colisão frontal. Descreva o que observou logo após a colisão.
- c) Em um trecho liso e horizontal, um carrinho de massa m está parado, enquanto outro de mesma massa m se aproxima com certa velocidade, de tal forma que ocorre uma colisão frontal entre eles. Após a colisão os carrinhos saem juntos. Descreva o que observou logo após a colisão.

4.5.2 Colisão entre carrinhos com massas diferentes

- a) Em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carrinho de massa m colide com outro carrinho de massa duas vezes maior ($2m$) inicialmente parado. Descreva o que observou após a colisão.
- b) Em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carro de massa $2m$ colide frontalmente com outro carro massa duas vezes menor (m) inicialmente parado. Descreva o que observou após a colisão.

4.5.3 Carrinhos abandonados do topo do plano inclinado

- a) Carrinhos com massas diferentes foram abandonados um de cada vez a partir do repouso do topo do plano inclinado. Observem os seus movimentos e descrevam o ocorrido.



Figura 8 - Trilho de Ar armado para experiência do Plano Inclinado

Alunos executando a atividade prática



Figura 9 - Alunos em atividade prática (Uso do Trilho de Ar)



Figura 10 - Alunos em discussões sobre a prática (Trilho de Ar) e o Professor como um Mediador

COMENTÁRIOS DOS ALUNOS EM ALGUMAS EXPERIÊNCIAS NO USO DO TRILHO DE AR

01) Colisões de carrinhos com mesma massa:



Figura 11 - Trilho de Ar como Plano Horizontal

- A) Considere dois carrinhos, de mesma massa numa superfície lisa e horizontal. Um está em repouso e o outro é lançado provocando uma colisão frontal. Agora, descreva o que observou após a colisão.

Comentário do aluno: Quando ocorre a colisão, o carrinho que estava em movimento transfere sua velocidade ao que estava parado e esse sai com a velocidade inicial enquanto o primeiro para.

- B) Considerando dois carrinhos, de mesma massa numa superfície lisa e horizontal, que são lançados um de encontro ao outro sofrendo uma colisão frontal. Descreva o que observou logo após a colisão.

Comentário do aluno: Após a colisão frontal, os dois carrinhos se repelem e voltam no sentido contrário com a mesma velocidade.

- C) Em um trecho liso e horizontal, um carrinho de massa m está parado, enquanto outro de mesma massa m se aproxima com certa velocidade, de tal forma que ocorre uma colisão frontal entre eles.

Após a colisão os carrinhos saem juntos. Descreva o que observou logo após a colisão.

Comentário do aluno: Após a colisão os carrinhos saem juntos com velocidade menor.

02) Colisão entre carrinhos com massas diferentes

A) Em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carrinho de massa m colide com outro carrinho de massa duas vezes maior ($2m$) inicialmente parado. Descreva o que observou após a colisão.

Comentário do aluno: O carrinho de massa m para enquanto o de massa $2m$ sai com uma velocidade menor.

B) Em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carro de massa $2m$ colide frontalmente com outro carro massa duas vezes menor (m) inicialmente parado. Descreva o que observou após a colisão.

Comentário do aluno: Após a colisão, o carrinho de massa m sai do repouso com uma certa velocidade enquanto o carrinho de massa $2m$ diminui sua velocidade, sem parar.

03) Carrinhos abandonados do topo do plano inclinado

A) Carrinhos com massas diferentes foram abandonados um de cada vez a partir do repouso do topo do plano inclinado. Observem os seus movimentos e descrevam o ocorrido.



Figura 12 - Trilho de Ar armado para experiência do Plano Inclinado

Comentário do aluno: Os dois carrinhos caem com a mesma aceleração independente da massa.

4.5.4 Quantidade de Movimento Linear e Impulso

A atividade prática proporciona ao aluno um contato mais direto com os fenômenos físicos: Quantidade de Movimento, Conservação e Impulso. Por isso as experiências de colisões frontais, com carrinhos de mesma massa e com massas diferentes com auxílio do **trilho de ar**, devem detalhar a relação entre **massa** e **velocidade** em cada tipo de colisão.

O propósito do trilho de ar é diminuir as forças de atrito, fazendo com que os corpos se desloquem sobre uma camada de ar, o que elimina o contato direto entre a superfície do trilho e as superfícies dos corpos. O trilho é construído de tal forma que ao longo de toda extensão existem pequenos orifícios, os quais serão responsáveis pela saída de ar proveniente do compressor. Uma camada de ar mantém o carrinho flutuando com atrito reduzido.

As aplicações da Quantidade de Movimento ou Momento Linear, nas colisões, podem fazer o estudo das Leis de Newton utilizando um plano inclinado. No caso do trilho de ar não é diferente, os carrinhos passam sobre o trilho com aceleração constante devido ao peso do corpo que

desliza. Assim podemos também encontrar a aceleração da gravidade local.

Com isso, espera-se que o aluno faça a relação entre as massas, consiga perceber que existe algo que se conserva e com isso, tenha condições de formular a equação do Momento Linear ($Q = m.v$), lembrando que essa grandeza serve como âncora para todo o estudo da Dinâmica.

Deseja-se que essas atividades deem oportunidades para que os alunos superem as concepções empírico-indutivistas da ciência, e que o aluno levante hipóteses a partir de seus conhecimentos prévios, submetendo essas hipóteses a provas para assim, adquirir novos conhecimentos significativos.

Além de tudo, anseia-se fazer com que o aluno tenha capacidade de incorporar as ferramentas da matemática à experiência com mais propriedade.

4.5.5 Movimento linear e as leis de conservação

A Lei de Conservação de Quantidade de Movimento Linear é uma lei fundamental para a Física.

Acredita-se ser de suma importância, ensinar “quantidade de movimento linear e sua conservação”, com situações do cotidiano. Um exemplo claro disso está na física usada nos esportes como; futebol, remo, natação, judô, vôlei, boxe, arco e flecha, ginástica e muitos outros.

Algumas situações do nosso cotidiano são explicadas na lei de conservação do momento linear. Por isso, pode-se iniciar o estudo discutindo “Quantidade de Movimento Linear” para depois ver “Impulso” que é a grandeza responsável pelo estudo de sua variação.

Para iniciar Momento Linear e sua conservação é importante que o aluno entenda o significado de sistemas isolados de forças externas. A palavra “sistema” possui vários significados. Em Física, ela é usada para designar uma parte limitada do universo que escolhemos para observação e análise. De modo geral, qualquer conjunto de corpos, ou de pontos materiais, constitui um sistema. Nada impede, porém, que o sistema seja constituído por um único corpo ou por um único ponto material.

Pode-se imaginar uma pessoa em um supermercado andando a procura de um carrinho para carregar as compras. Quando encontra um no meio do corredor, coloca algumas mercadorias e começa a empurrá-lo. Assim a pessoa passa a se mover com o carrinho e a mercadoria. Para analisar a ação descrita, isolemos o carrinho de supermercado e a pessoa do conjunto de outros objetos que estão no supermercado (prateleiras, produtos, outros carrinhos, outras pessoas). O sistema físico isolado, então, passa a ser constituído pela pessoa, a mercadoria e o carrinho.



Fonte: cepa/usp

Nesse sistema, há forças externas, ou seja, forças aplicadas por corpos que não fazem parte dele: o peso da pessoa e do carrinho (forças aplicadas pela terra que, nesse caso, não pertence ao sistema), a reação normal nos dois corpos (forças aplicadas pelo piso, que também não pertencem ao sistema) ou mesmo o atrito. Ao separarmos esse carrinho e essa pessoa dos outros corpos, passamos a considerar que são forças internas somente aquelas trocadas entre a pessoa e o carrinho, a ação da pessoa ao empurrar o carrinho e a força, constitui um par de ação e reação que se caracteriza como um conjunto de forças internas ao sistema.

Neste sentido o trabalho e o projeto do trilho de ar, foram projetados e criados, sobretudo, para que os alunos através das experiências e estudos percebam às consequências da troca de forças internas ao sistema e que para isso é necessário isolá-lo em relação às forças externa. Para tanto, sabe-se que os sistemas isolados das forças externas:

. Não atuam forças externas sobre ele.

- . A resultante das forças externas é nula.
- . A intensidade das forças externas é desprezível em relação à intensidade das forças internas.

Uma bola não se move sozinha, ela depende do chute. O barco depende do vento. Um chute de uma bola é algo que se conserva na interação, o pé do jogador, transmite velocidade para a bola. Vamos chamar isso de conservação de momento linear.



Figura 13 - Transferência de Movimento

No nosso cotidiano podemos perceber que é necessário aplicar uma força de menor intensidade para parar uma bicicleta do que um carro, que possuem inicialmente a mesma velocidade e num certo intervalo de tempo. Se a velocidade inicial do carro fosse maior, seria necessária uma força de maior intensidade. A força a ser aplicada, nesse intervalo de tempo, depende da massa e da velocidade do corpo. Para um maior intervalo de tempo, os mesmos efeitos podem ser obtidos com forças menos intensas. Esse exemplo sugere a definição de duas grandezas, uma que relaciona “a massa e a velocidade, denominada de *Momento Linear*”, e outra que relaciona “a força e o intervalo de tempo de sua atuação”, que recebe o nome de *Impulso*.

Para se mover um objeto sempre depende de outro. Há situações nas quais isso fica ainda mais evidente. O foguete carrega consigo uma massa de gás que vai sendo lançada para fora com grande velocidade. A mudança de sentido do movimento está associada à mudança de sentido do gás.

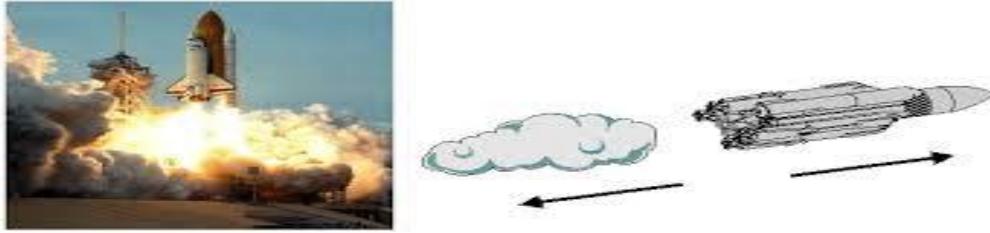


Figura 14 - Transmissão de Movimento por compensação

Fonte:mundodoconhecimento31.blospot.com

Quando corpos interagem, um exerce força sobre o outro e isso provoca variações em suas velocidades e, conseqüentemente, em suas quantidades de movimento. A variação da quantidade de movimento sofrida por um corpo depende da força resultante atuante no corpo e do intervalo de tempo durante o qual a força age.

Quanto mais intensa a força, menor será o intervalo de tempo necessário para produzir certa variação na quantidade de movimento. Reciprocamente, quanto menos intensa for a força, maior deverá ser o intervalo de tempo necessário para que ocorra a mesma variação da quantidade de movimento.

Um carro colidindo com um muro de concreto, a força de impacto é extremamente intensa e o intervalo de tempo de impacto é muito pequeno. Se o muro estivesse protegido por uma barreira de pneus, o intervalo de tempo de impacto será maior e, conseqüentemente, a intensidade da força de impacto diminuiria para a mesma variação da quantidade de movimento.

Na figura a seguir, verifica-se uma situação semelhante. Um carro faz uma frenagem brusca. O motorista é jogado contra o para-brisa. A existência do *airbag* aumenta o intervalo de tempo de impacto e diminui a intensidade da força do impacto.



Figura 15 - Airbag aumenta o tempo diminuindo a força

Fonte: www.brasile scola.com.br

Também, ao pular de uma certa altura, não mantemos as pernas estendidas quando atingimos o solo, mas sim flexionamos durante a colisão, para aumentar o intervalo de tempo de contato com o solo e diminuir a intensidade da força de impacto.

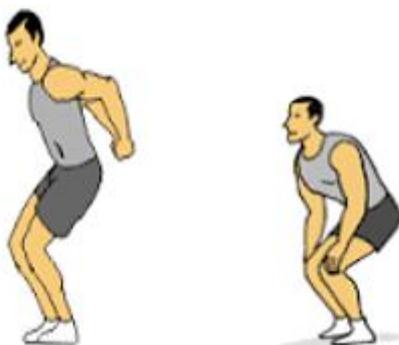


Figura 16 - Ao encolher as pernas em um salto, aumenta-se o tempo, conseqüentemente diminui-se a força

Fonte: educaçã o.uol.com.br

O canhão, antes do tiro não há quantidade de movimento. Após o tiro, a bala adquire certa quantidade de movimento num certo sentido. Por outro lado, o canhão recua, isto é, adquire quantidade de movimento no sentido oposto.

Para que haja conservação imediatamente após o tiro, as quantidades de movimento da bala e do canhão devem ter a mesma intensidade e para que sua soma seja zero, deve-se atribuir sinais opostos.

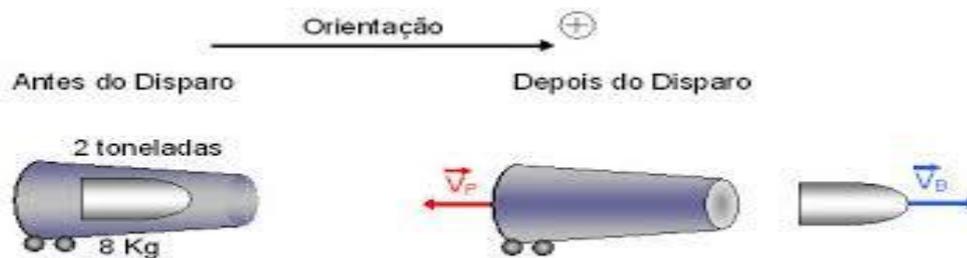


Figura 17 - Após o disparo o canhão se movimenta para um lado e o projétil se movimenta no sentido contrário

Fonte: Cefetsp.br

4.5.6 Expressão matemática da quantidade de movimento e de sua conservação

Quando ocorre uma colisão frontal entre um carro que se movimenta com pequena velocidade e um muro, o carro em geral recua um pouco. Se em lugar do carro fosse um ônibus, com a mesma velocidade, o muro seria destruído e o ônibus continuaria em seu movimento de avanço alguns instantes após a colisão.

Se associarmos aos objetos uma quantidade de movimento, podemos afirmar que para certa velocidade a quantidade de movimento é maior para massas maiores.

Se o carro da situação anterior estiver se movimentando com grande velocidade e colidir frontalmente com um muro, seu movimento após a colisão deverá ser diferente. Poderá ocorrer a destruição do muro e continuar seu movimento, alguns instantes após a colisão. Desse modo podemos afirmar que para certa massa, a quantidade de movimento é maior para velocidades maiores.

Na análise dos movimentos que surgem acoplados, associamos a eles uma direção e um sentido. Quando afirmamos, por exemplo, que um nadador empurra a água para trás e avança para frente e, que quanto mais água ele empurra, maior será sua velocidade, estamos afirmando que a velocidade do nadador tem uma direção e um sentido. Enquanto, a velocidade da água tem a mesma direção, mas sentido oposto.

O resultado das interações avaliadas, anteriormente, permite atribuir à quantidade de movimento uma direção e um sentido.

Grandezas físicas que, com a velocidade, necessitam de informações a respeito da direção e do sentido além da intensidade para ficarem perfeitamente caracterizadas são denominadas grandezas vetoriais.

A expressão de quantidade de movimento:

$$Q = m.V ; \quad m = \text{massa}; \quad V = \text{velocidade}$$

O resultado das interações analisadas, anteriormente, permite atribuir à quantidade de movimento uma direção e um sentido. Isto porque leva em conta a direção e o sentido da velocidade dos objetos. É uma grandeza que depende do valor da massa e da velocidade.

4.5.7 Conservação de quantidade de movimento por transferência

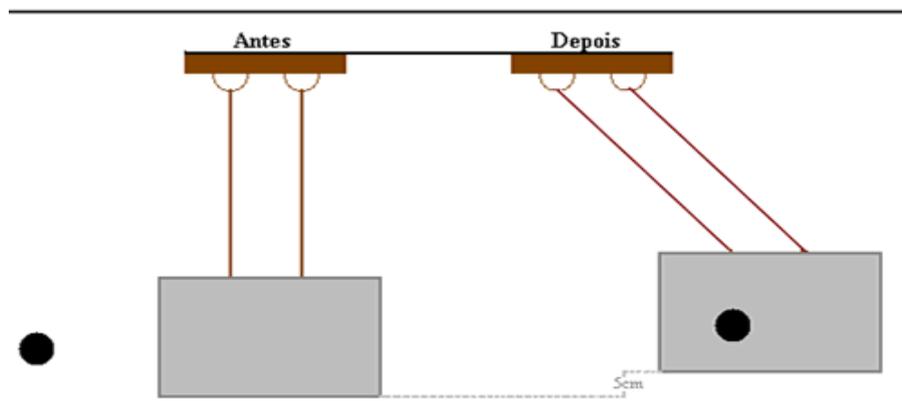


Figura 18 - Pêndulo Balístico (O projétil se aloja no bloco e saem juntos)

Fonte: exercicios.brasilecola.com

Uma das aplicações do momento linear e sua conservação são encontradas nos estudos de interações em sistemas de colisões.

Em qualquer colisão, o momento linear antes é igual ao momento linear depois.

$$Q \text{ (antes)} = Q \text{ (depois)} \quad m.v = (m + M).V$$

Numa colisão chamada de elástica a energia total antes é igual a energia total depois da colisão. De um modo geral, a colisão elástica é quando os objetos que colidem não sofrem deformações permanentes durante a colisão. Exemplos, colisões entre bolas de gude.

Colisão inelástica ocorre quando os corpos, após a colisão, passam a ter velocidades iguais, ou seja, saem juntos. Por exemplo, quando dois automóveis colidem e movem-se colados após a colisão. Nesse caso há conservação do momento linear, mas não há conservação de energia.

A conclusão que se chega é que nem sempre nas colisões se conserva energia, mas sempre haverá conservação do momento linear.

Aplicação - Considere dois patinadores em repouso, com massa M e m , onde $M > m$. Um empurra o outro: O de maior massa sai com uma velocidade e o de menor massa sai com a velocidade maior.

$$Q \text{ (Antes)} = Q \text{ (Depois)}$$

$$0 = M.V - m.v$$

$$M.V = m.v$$



Figura 19 - Demonstração do Princípio de Conservação da Quantidade de Movimento

www.estudopratico.com.br

Nesses dois exemplos dar para perceber que tem algo que diferencia os acontecimentos. Para a Física, a diferença pode ser avaliada por uma grandeza chamada, “Quantidade de Movimento Linear ou Momento Linear de um corpo”, caracterizado pela velocidade V . Assim;

$Q = m.V$, onde, Q e V são grandezas vetoriais. Sendo o Momento Linear ou Quantidade de Movimento (Q).

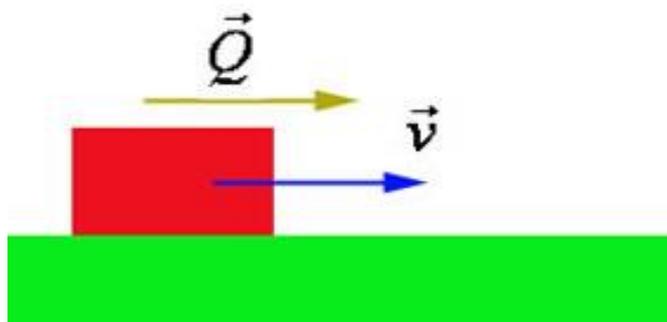
Q tem a mesma direção do vetor velocidade (V)

Q tem o mesmo sentido do vetor velocidade (**V**)

Q tem módulo: $Q = m \cdot V$

Q tem unidade Kg.m/s no sistema internacional (SI)

A Quantidade de Movimento e a velocidade terao a mesma direçao e sentido



Fonte: horafisica.blogspot.com

Em um sistema isolado de forças externas a Quantidade de Movimento se conserva, pois, a quantidade de movimento antes é sempre igual à quantidade de movimento depois.

$$\mathbf{Q \text{ (antes)} = Q \text{ (depois)}}$$

Após toda parte teórica os alunos resolverão questões sobre o assunto ministrado (APÊNDICE C).

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA

O produto educacional desta dissertação foi pensado e aplicado em três turmas do primeiro e segundo anos do curso Técnico Integrado do Instituto de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central. O IFRN é uma instituição pública federal e o referido campus, que está situado na Avenida Salgado Filho, 1559, Bairro Tirol, na cidade Natal (RN), oferece ensino profissionalizante na forma integrada com ensino médio e cursos de graduação e pós-graduação. A escola tem uma diversidade de laboratórios voltados para a realização de práticas experimentais e todas as salas são contempladas com recursos multimídias, disponibilizando a utilização de métodos não tradicionais para abordagens diferentes dos conteúdos curriculares. A instituição também tem todo o seu espaço físico conectados com redes sem fio de internet, propiciando aos seus alunos acesso a informações extraclasse.

A metodologia trabalhada e aplicada no produto educacional e conseqüentemente as coletas de dados a partir da aplicação do teste de verificação que traz questões de Momento Linear e Impulso, para ter noção dos conhecimentos prévios dos alunos. A verificação foi realizada nas aulas experimentais. Foi aplicado em seguida outro teste onde se comparou o grau de aprendizagem dos alunos antes e depois da prática experimental. No que se refere a Momento Linear e sua Conservação, procurou-se abordar os temas de maneira contextualizada e fazer com que os alunos elaborem novos significados para os seus conhecimentos. Isso aconteceu com o **auxílio do trilho de ar** e com a realização de várias experiências por meio de colisões entre carrinhos.

Para a aplicação do produto e do teste de verificação foram escolhidas três turmas do ensino médio integrado. Nessas turmas o conteúdo de física trabalhado foi a Mecânica. Uma das turmas foi a do primeiro ano do curso técnico de nível médio integrado, com 40 alunos. Outra turma foi do segundo ano também do curso técnico de nível médio integrado, com 42 alunos. Além das turmas já citadas, foi aplicado um segundo teste de verificação, sem a aplicação do produto educacional, em

uma turma do segundo ano do curso técnico de nível médio integrado, com 32 alunos (turma controle).

Denominando as turmas:

1^o Ano - Turma A

2^o Ano - Turma B

2^o Ano - Turma C

Obs: Turma C (turma controle) – Turma que realizou o pré-teste, a aula teórica e pós-teste.

Nas turmas, onde foi aplicado o produto educacional desenvolvido no nosso trabalho (trilho de ar) utilizou-se o laboratório de mecânica do campus Natal Central do IFRN. As atividades foram constituídas de questões objetivas dos conceitos físicos de Momento Linear e sua conservação e que está apresentado no apêndice A. A verificação das contribuições do produto educacional para o processo de Ensino e Aprendizagem de Física aplicando essas atividades nas três turmas, como forma de pré-teste, antes do início da abordagem dos conteúdos e antes dos alunos conhecerem o trilho de ar. Após essas atividades, foi usado o trilho de ar em duas turmas. O objeto educacional, composto por atividades teóricas e experiências para levar os alunos a fazerem atividades experimentais com colisões de carrinhos reforçando o aprendizado dos conteúdos apresentados. O objetivo dessa atividade foi ter ideia dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos, e, ainda levar o aluno a conhecer o produto, utilizá-lo como ferramenta educacional e, ainda, auxiliar corrigindo o que o aluno pensava erroneamente sobre os conteúdos de física apresentados no pré-teste.

O pré-teste aconteceu nas três turmas, antes da aplicação do trilho de ar. Em outro encontro, foi ministrado a teoria sobre Momento Linear e sua Conservação em todas as três turmas e, logo em seguida, o trilho de ar foi aplicado em duas turmas (A) e (B). Após a apresentação do Trilho de Ar e, certo de que todos os alunos dessas duas turmas utilizaram, foi feito um pós-teste, no qual a atividade foi aplicada novamente nas turmas. Para a

turma (C), fizemos inicialmente o pré-teste, depois a parte teórica e por fim o pós-teste, pois a nossa intenção foi investigar o desempenho conceitual dos alunos sem o uso da parte experimental do produto.

Essa forma de aplicar o pré-teste, apresentar o trilho de ar, fazer as experiências e aplicar o pós-teste, foi elaborado de tal forma que foi possível comparar os dados obtidos nas aplicações. Com o auxílio desse confronto de dados, pode-se quantizar a pesquisa e as contribuições do nosso produto educacional ao ensino dos conteúdos abordados.

5.1 Aplicação do Produto Educacional

Objetivando um melhor entendimento da análise dos nossos dados, foi dividida esta seção em duas subseções, na primeira ire discutir a atividade de verificação e seus objetivos e na segunda subseção discutiremos as atividades teóricas, as experiências e os seus objetivos.

5.2 Planejamento das aulas

No projeto de ensino foi dedica muita atenção à apresentação das atividades experimentais propostas com a utilização de um trilho de ar, com objetivo de fazer com que o aluno faça interpretação e consiga explicar o que observa.

Com aplicação da atividade experimental (trilho de ar) é esperado que, o aluno, tenha interesse de ver o que é relevante, identificar causas e consequências, saber encontrar na observação do real os fundamentos conceituais abstratos a ele vinculados.

Na primeira aula e antes do estudo teórico faz-se atividades com o trilho de ar, onde os alunos fazem algumas aplicações de colisões e estudam a lei da conservação de momento linear. Serão realizadas colisões entre carrinhos de massas iguais e carrinhos com massas diferentes para que possam realizar um estudo sobre relação entre **massa** e **velocidade**.

Em seguida, inicia-se o “porque” tal fenômeno ocorreu da forma relatada, chegando-se à dependência da massa e da velocidade na colisão.

A dependência da massa e velocidade é o Momento Linear, e que sirva como âncora para um novo conhecimento: Lei da Conservação do Momento Linear e as Leis de Newton. Para tanto, objetiva-se uma metodologia onde o assunto a ser ministrado seja trabalhado também em grupo, procurando as discussões entre alunos e professor, e principalmente leva-los a compreender o porquê de uma fórmula e o seu significado científico.

As aulas possam contribuir para uma aprendizagem significativa, que se caracteriza pela interação entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos novos, e adquiram significado para o aluno levando-os a perceber os novos significados com maior estabilidade.

5.2.1 Plano de aula

Carga horária: 06 horas-aula, sendo quatro aulas teóricas e duas aulas práticas, usando o trilho de ar

Objetivo geral

Compreender a Conservação do Momento Linear de uma maneira mais contextualizadas com o uso do trilho de ar e contribuir, com isso, para a melhoria da aprendizagem do aluno.

Objetivos específicos

- Perceber a conservação do Momento linear
- Fazer relações entre massas e velocidade
- Formular a equação do Momento Linear
- Contribuir para um ensino de física com um aprendizado significativo.

Conteúdos

- Momento Linear;
- Conservação do momento linear.

Procedimento de ensino

- Apresentação da proposta;

- Discussões sobre os temas; Quantidade de Movimento Linear e sua Conservação;
- Atividades práticas referentes aos temas com o uso do trilho de ar;
- Avaliar o desempenho;
- Discussão sobre os resultados.

Procedimentos das aulas

Aulas teóricas- Exposição teórica acompanhadas de atividades propostas aos alunos como resolução de exercícios em sala, visando desenvolver os conceitos pertinentes aos conteúdos abordados, com o auxílio do trilho de ar, mostrando situações que estimule os conteúdos estudados.

Aulas práticas- Aulas práticas no laboratório referente aos conteúdos, uso do trilho de ar para desenvolver experiências, atividades em grupo e resoluções de problemas.

Avaliação

A avaliação será feita através de atividades que proporcione a pesquisa do aluno. Os pontos também observados são:

- O estímulo e participação ativa do aluno;
- A importância da relação do aluno com o trabalho em grupo;
- A criação de um ambiente encorajador;
- O ensino a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula;
- O conteúdo trabalhado deve fazer sentido para o aluno;
- A relação entre ciência, tecnologia e sociedade;
- Passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica.

5.3 Teste de verificação e seus objetivos

A atividade aplicada é composta de dez questões objetivas de múltipla escolha (APÊNDICE A), foi elaborada com o objetivo de conhecer as concepções prévias dos alunos sobre os conteúdos (Quantidade de

Movimento e sua Conservação), com análise das respostas e dos detratores.

O objetivo central do teste é construir uma sequência didática de instrução programada, que tenha como ponto de partida uma problematização sustentada em uma situação de Movimento Linear, em que os alunos se apropriem de novos saberes contextualizando a Física com o seu cotidiano, baseando-se ainda nos seus conhecimentos prévios.

Para cada item foi feito um breve comentário sobre conceitos envolvidos na elaboração e na sua resposta, assim como uma análise das possíveis dificuldades conceituais que levam o aluno a escolher cada uma delas. Portanto, a escolha da elaboração de testes e exames teve a intenção de facilitar a análise das possibilidades de respostas dadas pelos alunos, uma vez que após a sua aplicação muitas dificuldades conceituais puderam ser rapidamente percebidas e, conseqüentemente, corrigidas.

5.4 Planejamento da aplicação do teste de verificação

5.4.1 Duração da aula:

Tempo de duração do teste de verificação: duas aulas de 45 minutos cada.

5.4.2 Conceito abordado

Momento Linear e sua Conservação.

5.4.3 Comentário geral das questões de verificação

Os alunos deverão ter dificuldades em fazer a relação entre massa e velocidade. Eles, certamente, acharão que a Quantidade Movimento só depende da velocidade o que não é verdade, sabemos que depende da massa e da velocidade. Nas questões de impulso sentirão dificuldades em fazer a relação entre força aplicada e duração do tempo, pois os estudantes, constantemente, pensam que o Impulso só depende da força aplicada e não da variação de tempo na sua aplicação.

Enunciado das questões 1 e 2

Eduardo, que é aluno do IFRN, brincando com blocos de madeira em uma mesa lisa e horizontal, colocou a uma certa distância um bloco do outro. Realizou a seguinte experiência: lançou um dos blocos com uma velocidade V_A no sentido do outro bloco que se encontrava em repouso.

Questão 1

Na primeira experiência de uma colisão frontal, perfeitamente elástica, com blocos de mesma massa se fez a seguinte observação:



- (a) Após a colisão os dois blocos seguem no mesmo sentido do movimento inicial do bloco A e o da frente B segue com velocidade maior.
- (b) Após a colisão o bloco A para e o bloco B sai com velocidade V_A .
- (c) Após a colisão o bloco A volta e o bloco B se movimenta com velocidade V_A .
- (d) Após a colisão os dois blocos saem juntos com velocidade V_A .

Resposta certa: Alternativa B

Distratores:

O aluno provavelmente marcará a resposta errada porque não tem ainda uma noção de colisão “perfeitamente elástica” e nem conhece quantidade de movimento linear como grandeza vetorial. Mas, a maioria pode marcar a alternativa (d) porque não conhecem a diferença entre perfeitamente elástica e inelástica.

Questão 2

O aluno na segunda experiência, utilizando um bloco de massa duas vezes maior, realizou uma colisão frontal entre o bloco maior com o menor que estava inicialmente em repouso e tirou a seguinte conclusão:



- (a) Após a colisão os dois blocos seguem no mesmo sentido e o bloco B segue com uma velocidade maior que a velocidade de A.
- (b) Após a colisão os dois blocos saem juntos com velocidade menor que V_A .
- (c) Após a colisão o bloco A volta e o bloco B se movimenta com a mesma velocidade de A.
- (d) Após a colisão o bloco A para e bloco B segue com a mesma velocidade de A antes da colisão.

Resposta certa - alternativa A

Como os alunos podem chegar a resposta certa: Pela fórmula da Conservação do Momento Linear ($Q_{\text{ANTES}} = Q_{\text{DEPOIS}}$)

Distratores:

A maioria marcará a resposta (d) por acharem que a quantidade de movimento só depende da velocidade e não da massa.

Questão 3

Dois garotos Roberto e João, estavam brincando com dois carrinhos de mesma massa usando piso horizontal, provocaram uma colisão de um carrinho contra o outro (veja figura) com velocidades aproximadamente iguais. O que pode ser visto pelos garotos logo após a colisão frontal perfeitamente elástica entre os dois carrinhos?



- (a) Um dos carrinhos para e o outro se movimenta no sentido contrário ao anterior com mesma velocidade.
- (b) Após a colisão os dois carrinhos saem em sentidos contrários com as mesmas velocidades iniciais.
- (c) Os dois carrinhos param após a colisão.

(d) Após a colisão os dois carrinhos se movimentam juntos para a direita.

Resposta certa: Alternativa (b)

Numa colisão perfeitamente elástica a velocidade relativa antes é sempre igual a velocidade relativa depois. Coeficiente de restituição é igual a 1.

Distratores:

Acreditamos que por não conhecerem colisão perfeitamente elástica, a maioria dos alunos vão marcar a resposta (c)

Questão 4

Em uma viagem, a cidade de João Pessoa, presenciou-se um pequeno acidente entre dois carros em um trecho retilíneo e horizontal da rodovia. Um micro-ônibus de massa 6 toneladas que se encontrava parado fora de marcha. Um carro menor de massa 2 toneladas com velocidade V_A , colide na sua traseira e após a colisão os dois carros se engataram e saíram juntos. Depois do exposto, o que se pode concluir logo após a colisão?



- (a) Os dois carros seguem juntos com uma velocidade maior que V_A .
- (b) Os dois carros seguem juntos com uma velocidade igual V_A .
- (c) Os dois carros seguem juntos com uma velocidade menor que V_A .
- (d) Os dois carros após a colisão ficam parados.

Resposta certa: Alternativa C

Como os alunos podem chegar a resposta certa: A Quantidade de Movimento antes é sempre igual a Quantidade de Movimento depois.

Distratores:

Acreditamos que a maioria dos alunos vão marcar a alternativa (b) pois acreditam que a quantidade de movimento só depende da velocidade e não da massa.

Alguns vão marcar a alternativa (d) porque a massa do carro que está na frente tem massa maior.

Questão 5

Certo dia estava descansando dos estudos os alunos João Guilherme e Roberto. Jogavam bolas de gude em um piso retilíneo e horizontal. Guilherme, que estava com uma bola de gude (A) de menor massa, lançou-a na direção da bola (B) de Roberto que tinha massa maior. Agora, observe a figura e marque a resposta que você acha correta.



mmventura.com.br



- (a) A bola de gude A para e a bola de gude B segue com uma velocidade maior que a bola de gude A no instante da colisão
- (b) A bola de gude A para e a bola B segue com uma velocidade menor que a bola de gude A no instante da colisão.
- (c) A bola de gude A para e a bola de gude B segue com a mesma velocidade de A no instante da colisão.
- (d) A bola de gude B permanece parada e a bola de gude A volta com a velocidade anterior.

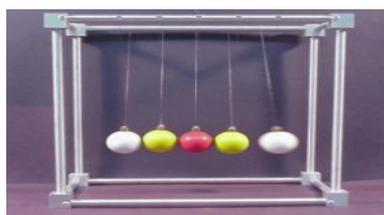
Resposta certa: Alternativa B

Por conservação de quantidade de movimento antes é sempre igual a quantidade de movimento depois.

Distratores: Alguns alunos marcarão a alternativa C, pois acreditam que a quantidade de movimento só depende da velocidade.

Questão 6

Os alunos na aula do laboratório de física fizeram experiências com o Pêndulo de Newton. Esferas com massas iguais e com cinco bolas encostadas uma na outra. Como mostra a figura abaixo.



Fis.unb.br

Em seguida, afasta-se uma das bolas e solta. Após a colisão, pode-se observar que:

- (a) Somente a última bola irá se movimentar, saindo com a velocidade duas vezes maior que a bola que colidiu com a primeira.
- (b) Somente a última bola irá se movimentar, saindo com a velocidade igual à bola que colidiu com a primeira.
- (c) Somente as duas últimas bolas irão se movimentar juntas, saindo com a mesma velocidade que a bola que colidiu com a primeira.
- (d) As quatro bolas sairão juntas com uma velocidade menor que a bola que colidiu com a primeira.

Resposta certa: Alternativa B

Como os alunos podem chegar a resposta certa: percebendo que a Conservação de Quantidade de movimento linear antes é sempre igual a Conservação de Movimento linear depois.

Distratores:

Uma grande maioria dos alunos vão marcar a resposta certa, pois eles têm uma visibilidade muito grande do Pêndulo de Newton na mídia e em algumas lojas dando-lhes a oportunidade tocar e de até mesmo experimentar os movimentos dos pêndulos.

Questão 7

Dois patinadores, um homem e uma mulher, se deslocam sobre uma mesma trajetória retilínea e no mesmo sentido, conforme a imagem abaixo.



brasilecola.uol.co.br

Sabendo que a velocidade do homem é maior que a velocidade da mulher e que este a alcança, segura e a levanta com as mãos. Quando isso acontece podemos afirmar certamente que:

- a) A velocidade do conjunto aumenta.
- b) A velocidade do conjunto diminui.
- c) A velocidade permanece a mesma.
- d) Eles param instantaneamente.

Resposta certa: Alternativa B

Como os alunos podem chegar a resposta certa: Percebendo que a Quantidade de movimento antes é sempre igual a quantidade de movimento depois.

Distratores:

Pensamos que muitos alunos irão marcar a alternativa C, pois não relacionam a conservação de quantidade de movimento com operações vetoriais e com a quantidade de movimento dependente da massa.

Questão 8

(ITA-SP) um automóvel para quase que instantaneamente ao bater frontalmente numa árvore. A proteção oferecida pelo *airbag*, comparativamente ao que ele não dispõe, vem do fato de que a transferência para o carro de parte do movimento do motorista se dá em condições de:



www.brasilecola.com.br

- (a) Menor força em maior período de tempo.
- (b) Maior força em menor período de tempo.
- (c) Mesmo tempo, com força menor.
- (d) Mesma força em mesmo tempo.

Resposta certa: Alternativa A

Como os alunos podem chegar a resposta certa: Sabendo que Impulso é a força aplicada num determinado tempo e conhecendo a sua fórmula: $I = F \cdot \Delta t$

Distratores:

Acredito que a maioria dos alunos irão marcar alternativa errada porque não sabem fisicamente o que é Impulso e não relacionam a força com a variação do tempo.

Questão 9

Num parque de diversões tem um brinquedo chamado “bate-bate” que consiste em carros elétricos de mesmas massas onde se dirige e faz-se

colidir uns contra os outros. Um certo dia, pai e filho brincavam nos carrinhos onde a massa do pai era duas vezes maior. Num certo instante o carrinho do filho estava parado e sofre uma colisão frontal com o carro do pai. A mãe que estava assistindo a brincadeira, logo percebe que a velocidade que o carro do seu filho ficou logo após a colisão foi:



esporte.ig.com.br

- (a) Igual à velocidade do carro do pai logo após a colisão.
- (b) Menor que a velocidade do carro do seu pai.
- (c) Maior que a velocidade do carro do seu pai.
- (d) Nada se pode afirmar sobre a velocidade do carro do filho logo após a colisão.

Resposta certa: Alternativa C

Sabemos que, em qualquer colisão, a quantidade de movimento antes é igual a quantidade de movimento depois.

Distratores:

A alternativa mais marcada será a D, pois não sabem relacionar a quantidade de movimento com massa e velocidade. Achrom sempre que a quantidade de movimento só depende da velocidade.

Questão 10

Um vagão de 10 toneladas desloca-se a 6,0 m/s sobre trilhos horizontais, chocando-se com outro vagão carregado e de 20 toneladas, em repouso e com o freio solto. Se os dois vagões após a colisão engatam, determine sua velocidade.

- (a) 6,0 m/s
- (b) 3,0 m/s
- (c) 2,0 m/s
- (d) 1,0 m/s

Observação: O principal objetivo da questão dez é saber se os alunos por meio dos seus conhecimentos prévios, são capazes de achar a resposta certa através de cálculos.

Resposta certa: Alternativa C

Como os alunos podem chegar a resposta certa: Fazendo os cálculos de conservação de quantidade de movimento, ou seja, a quantidade de

movimento antes é sempre igual a quantidade de movimento depois. **Q (antes) = Q (depois)**.

Distratores:

Acreditamos que a maioria dos alunos irão errar pois ainda não estudaram a fórmula matemática da Quantidade de Movimento Linear.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS APLICAÇÕES DOS TESTES EM SALA DE AULA

Nesta subseção trataremos quantitativamente dos dados obtidos na aplicação do produto educacional proposto nesse trabalho, foi analisado os resultados para comparar o desempenho dos educandos no pré-teste e no pós-teste.

Aplicou-se um pré-teste e um pós-teste, que foram disponibilizados para uma turma de primeiro e segundo anos (A) e (B), uma turma de segundo (C) do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN- Campos Central, no pré-teste participaram 97 alunos e no pós-teste 90 alunos.

A atividade continha 10 questões objetivas (que podem ser observadas no apêndice A de física, sobre Momento Linear e as Leis de Conservação. Foi aplicada de forma individual, sem consulta e as turmas tiveram noventa minutos para ler e responder.

A ideia inicial era fazer com que o aluno fizesse uma relação entre Massa e Velocidade, para depois conhecer o Momento Linear. O objetivo era analisar se os educandos eram capazes de resolver as questões propostas, e se tinham algum conhecimento prévio a respeito do Momento Linear e das Leis de Newton.

Analisando os dados quantitativos das questões do pré-teste e dos pós teste. Nas turmas A e B e na turma C, na terça-feira dia 03/11/2015, foi aplicado em duas aulas subsequentes o pré-teste. Foi um momento de muita concentração e empenho dos alunos. Na terça-feira seguinte (10/11/2015), as mesmas turmas assistiram uma aula mais dinâmica onde parte teórica sobre Momento Linear e a sua Conservação foi apresentada. Foi um momento de discursões, os alunos apresentaram bastante interesse e trocamos muitas informações sobre o assunto. Todos presentes participaram ativamente da aula.

Na semana seguinte, também na terça-feira (17/11/2015), parte das turmas A e B (em média, 16 alunos por turmas), foram levados para o laboratório de mecânica, que está localizado no 1º andar do IFRN- Campos

Central, para realizarem atividades práticas experimentais. Foi apresentado o trilho de ar para os alunos presentes e o seu funcionamento. Neste mesmo dia foram formados grupos de cinco alunos de tal forma que todos os estudantes utilizassem o trilho para realizar as suas experiências. Entregou-se uma atividade para ser resolvida após as experiências feitas com o trilho de ar. No primeiro momento foi de muitas descobertas todos participaram de forma organizada. Fizeram colisões entre carrinhos (Elástica e Inelástica) de mesma massa e de massas diferentes, cada experiência nas colisões tinha que ser realizada no mínimo três vezes. Depois passou-se a responder a atividade sobre os experimentos realizados (que pode ser observada no apêndice B). Houve muito interesse por parte dos alunos e a aula ficou mais dinâmica. No dia 24/11/2015, também em uma terça-feira a outra metade das turmas, também com 16 alunos em média, fizeram as mesmas atividades experimentais e responderam as mesmas questões, com a mesma orientação dada para a primeira turma. A divisão das turmas aconteceu porque acredito que os alunos aproveitariam melhor o espaço do laboratório e teriam mais tranquilidades para executar as atividades.

Assim, todos os estudantes das turmas de primeiro e segundo anos (A) e (B) utilizaram o trilho de ar na aula experimental e logo em seguida responderam as questões da atividade que foi elaborada para complementar a nossa aula no laboratório.

A atividade experimental e a escrita foram elaboradas com o objetivo de verificar as estruturas cognitivas dos alunos a respeito do Momento Linear e das Leis de conservação e os conceitos informais armazenados por eles. A ideia era que a partir desses subsunçores (massa e velocidade) e com a utilização do trilho de ar que o conhecimento formal dos conceitos, fossem assimilados, isto é, houvesse a absorção de novos conceitos e que isso fossem integrados a aquilo que os alunos já conheciam.

Esse resultado evidencia que o trilho de ar e a experiência auxiliou os alunos no processo de ensino aprendizagem proporcionando um melhor entendimento sobre o conceito de Momento Linear e as Leis de Conservação, como mostram os gráficos 01 e 02. Mas, a turma (C) não participou da aula experimental. Conforme mostra o gráfico 03, percebe-se

uma queda no rendimento desses alunos no pós-teste. O pós-teste foi realizado no dia 08/12/2015, terça feira, foi feito com as três turmas participantes, sem que os alunos soubessem que iriam responder a mesma atividade do pré-teste. Percebe-se que houve uma mudança em alguns conhecimentos prévias dos discentes, após as experiências, em relação aos conceitos apresentados, especialmente nas duas turmas de (A) e (B), na turma (C) foi percebido, que nas questões de um a cinco o resultado do pré-teste foi melhor do que o pós-teste. Atribuímos isso a um certo desinteresse e comodismo na realização do teste, acreditamos que os alunos não tiveram o mesmo interesse apresentado no pré-teste.

Apesar do desempenho da turma (C) do pós-teste, considera-se os resultados satisfatórios. A maioria dos alunos conseguiram evoluir nas respostas do pós-teste.

Outra forma de comparar os dados, ainda se baseando no desempenho dos estudantes, é mostrar a porcentagem de acerto dos alunos. Os gráficos abaixo mostram o desempenho dos estudantes das turmas (A) e (B) – Resultados em percentuais de acertos das turmas.

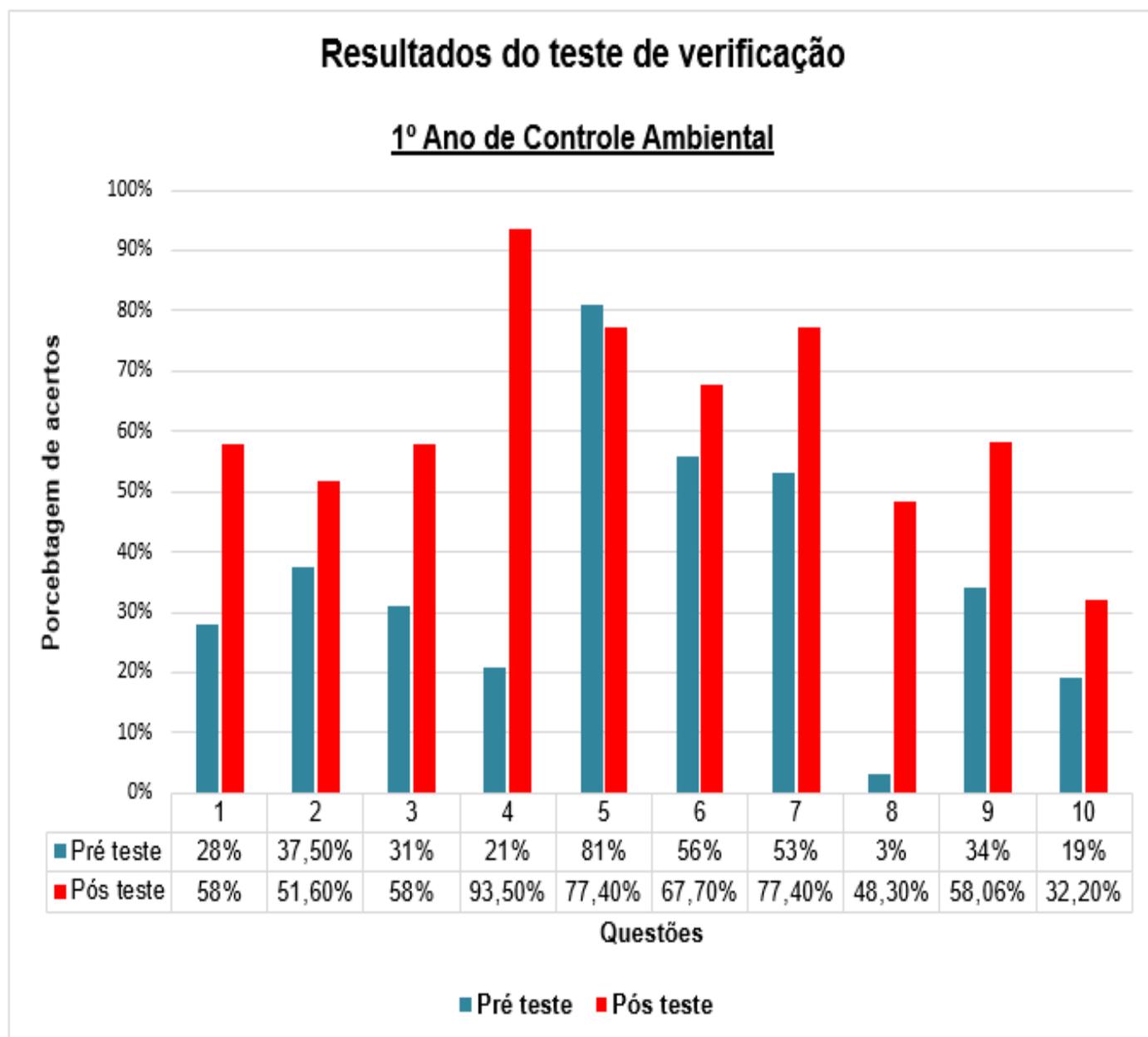


Gráfico 1- Resultados em porcentagens de acertos da turma de 1º ano de Controle Ambiental.

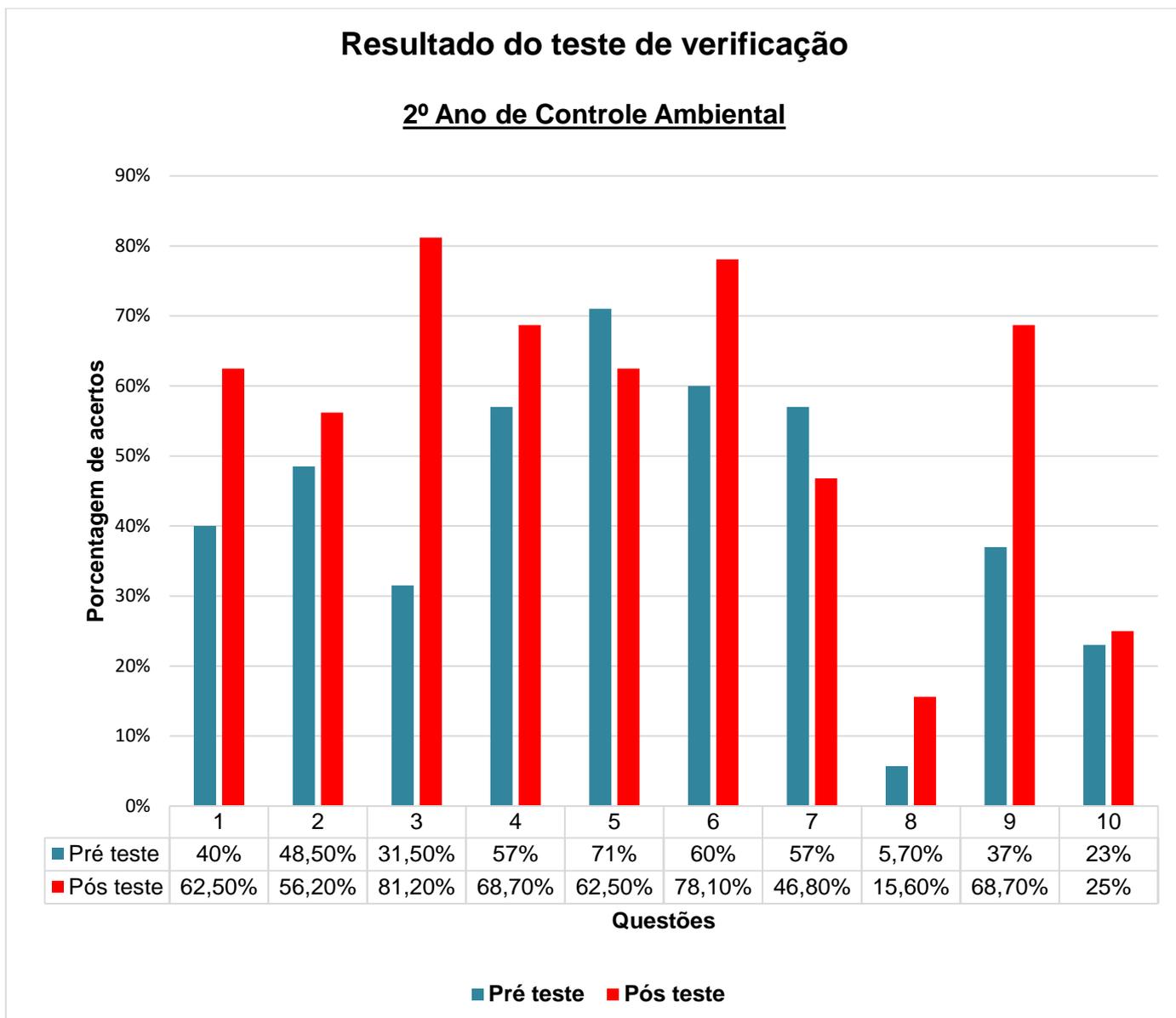


Gráfico 2 - Resultados em porcentagens de acertos da turma de 2º de Controle Ambiental.

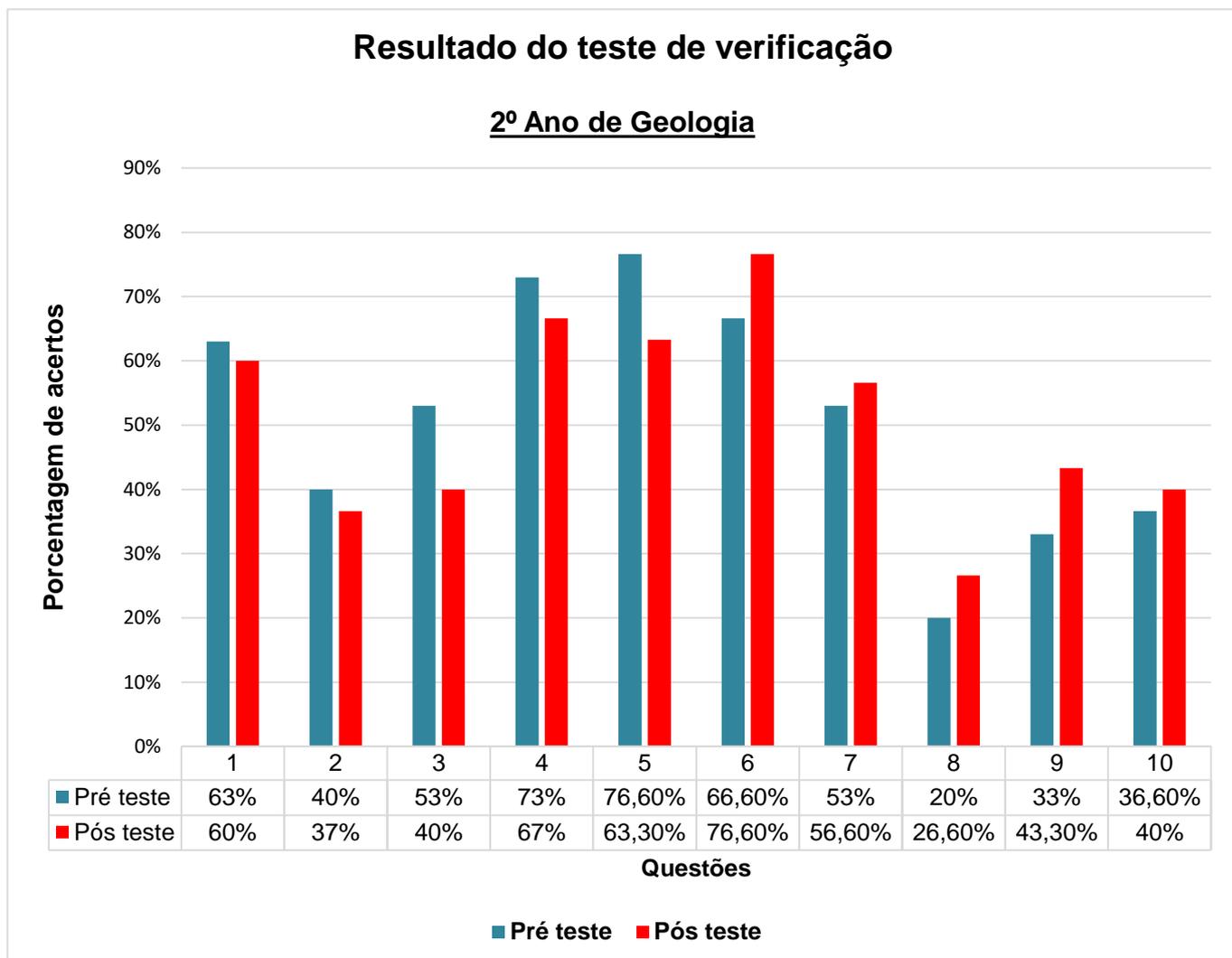


Gráfico 3 - Resultados em porcentagens de acertos da turma de 2º ano de Geologia

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais metas desse, consistiu na busca por uma alternativa, para melhorar a relação entre os alunos e as aulas de física, que servisse para uma aprendizagem significativa e que também pudesse reduzir as dificuldades encontradas pelos professores de física em realizar atividades experimentais nas escolas públicas. Para este fim, conforme foi destacado na introdução, foi desenvolvido um material instrucional (unidade didática) que sirva de ferramenta, e proporcione a compreensão e envolvimento dos alunos no estudo da disciplina de física no ensino Médio para o ensino de Momento Linear e sua Conservação. Tal material foi desenvolvido baseado em materiais de fácil aquisição e acessível que permite que possa ser utilizado, estudado e adaptado às condições de escolas e professores de escolas públicas.

Na busca por essas metas, me deparei com muitos trabalhos que enfatizam o aluno como uma “folha em branco”, isto é, um produto do meio, que basta estimulá-lo que a aprendizagem ocorre como se fosse uma mudança de comportamento. Essa visão comportamental, afirma que a aprendizagem é sim, uma relação de estímulos e respostas.

Por acreditar que as atividades experimentais devam ser planejadas a fim de que os alunos possam reconhecer suas próprias ideias e concepções, optamos pelo Trilho de Ar que permitiu o estabelecimento de discussões em sala de aula com as turmas. O uso de tal metodologia possibilitou a realização de aulas mais dinâmicas, contando efetivamente com a participação dos alunos durante a realização das aulas práticas.

Julgo pertinente destacar a aprendizagem significativa de Ausubel quando se pretende colaborar para a autonomia do aluno. Para alcançá-la, entre outras coisas, é preciso repensar a prática em sala de aula e reconhecer a importância que o uso de novos recursos educacionais podem trazer para a formação de indivíduos críticos com autonomia.

Os resultados de aprendizagem descritos neste trabalho indicam que os experimentos nas aulas de física em conjunto com uma metodologia adequada de ensino podem contribuir para o aprendizado dos

alunos, pois propiciam uma contextualização do conteúdo permitindo centralizar o ensino no aluno e não apenas no professor. Também comprovaram que a partir de um conhecimento prévio que os alunos tinham a respeito dos conceitos, e com o uso de experiências, eles construíram aprendizagens sobre os conceitos apresentados.

A aula prática se mostrou bastante eficaz quando foi analisado os resultados obtidos nas questões do pré-teste e dos pós-teste. Esses resultados mostram que o nosso aplicativo educacional auxiliou numa compreensão melhor a respeito dos conceitos de física apresentados. As duas turmas (A) e (B) tiveram avanços consideráveis no percentual de acerto do pós-teste. Enquanto a turma (C) por não ter usado o trilho de ar, não se mostrou uma melhora significativa nos resultados no pós-teste. O mal resultado acredito que foi uma grande falta de interesse.

No trabalho, buscou-se deixar as aulas de física menos conservadora, mais atrativa e fazer dos educandos sujeitos ativos do processo de ensino aprendizagem. Como foi demonstrado na aplicação desse produto, o objeto educacional é potencialmente significativo.

Pode-se concluir, chamando a atenção para a mudança de comportamento dos alunos das turmas (A) e (B), que foram muito comprometidos na construção das respostas corretas a respeito dos conceitos apresentados. Foi observado, e os gráficos 01 e 02 podem comprovar no resultado do pós-teste. Se pode acrescentar que houve interesse e participação ativa dos grupos que discutiram entre eles e nem um aluno presente nas aulas do laboratório, ficou de fora das atividades. Objetivo principal era impulsionar aulas em que o aluno saísse da sua passividade e participasse ativamente do processo, sendo responsável pela sua evolução intelectual, articulando uma aprendizagem que realmente fizesse significado para ele.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. **Física**. São Paulo. Ed. Harper & Row do Brasil Ltda., 1981.

AUSUBEL, D.P. **A Aprendizagem significativa**: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1980.

AUSUBEL, D.P.; Novak, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia Educacional** . 2.ed. Rio de Janeiro. Editora Interamericana, 1980

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart, and Winston.(1968)

BORGES, A.T., **O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências**. Atas do I ENPEC, Águas de Lindóia S.P, novembro, 1997

BORGES: **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, V.21, edição especial 2004 p.9-30

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº. 9.394, de dezembro de 1996.

____Ministério da Educação (MEC), Sec. de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino**. Brasília: MEC/SEMTEC,1999.

____Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

____**Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**/ Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 135 p., 2006. (Orientações curriculares para o ensino médio; v.2, Conhecimentos de Física, p.43-66, 2006). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pgf/book_volume_02_internet.pdf Acesso em: 04/04/2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa, **Ensino de Física** – São Paulo: Cengage Learning, 2010 – (Coleção ideias em ação)

CARVALHO, A.M.P. et. Al. **Ciências do Ensino Fundamental: Conhecimento Físico**. São Paulo: Scipione, 2005. 199p.

CLECI T. Werner da Rosa, **Aulas experimentais na perspectiva construtivista: Proposta de organização do roteiro para aulas de física.**

2012 – Curso de Física, Universidade de Passo Fundo, RS, Brasil. Física na Escola, v.13, n.1, 2012.

GONÇALVES, F.P.; Marques, C.A. **Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química.** Investigações em ensino de ciências, V.11, n.2, p.219-238, 2006.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, **Física 1: Mecânica (GREF – 7 ed. 4 reimpr.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

J.R. PIMENTEL.V.H. Zumpano e L.T. Yaginuma, **Trilho de ar – Uma proposta de baixo custo.** Revista de Ensino de Física 11, 15(1989)

LANETTA, V.N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M.P. Learning and Teaching in the School Laboratory: an Analysis of Research, Theory and Practice. In: Aabell, S. K.; LEDERMAN, N. G. Handbook of Research on Science Education. Londres: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007.

MACEDO, L (1994). **Ensaio Construtivistas.** São Paulo, Casa do psicólogo, 2ª Edição.

MORAIS, J (2012). **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: Caminho para uma Educação Cidadã.** São Paulo: Editora Livraria da Física.

MOREIRA, M.A (2011). **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria de Física.

MOREIRA, M.A. (2006). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora da UnB.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem.** 2ª ed. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária. (2010)

MOREIRA, M.A.: **Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física, a teoria de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino das ciências.** Porto Alegre, Ed. Da Universidade, UFRGS (1983).

MOREIRA, M.A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e perspectivas.** Revista Brasileira de ensino de Física, São Paulo, V. 22, n.1, p – 99, mar. 2000.

MOREIRA, M.A. e MASSINI, E.A.F.S. **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel.** São Paulo, Centauro, 2006. 2ª ed.

PINHO A.J., **Atividades Experimentais: Do método a prática construtivista.** Florianópolis (SC), Centro de Ciências da Educação da UFSC, 2000.

SANT' ANNA. – **Conexões com a Física.** 1 ed. – São Paulo: Moderna, 2010. SANTOS, S,P: **Relatório V: A colisão Elástica, conservação do momento linear cerca ativadora e 20 registro.** 2008 – Universidade Federal de Campina Grande apresentado em Cuité.

SANTOS, S,P: **Relatório V: A colisão elástica, conservação do momento linear com cerca ativadora e 20 registros.** Universidade Federal de Campina Grande. Apresentado Cuité – P. (2008)

TORRES, Carlos Magno A. **Física: Ciência e Tecnologia.** 3 ed – São Paulo: Moderna, 2013

VILLANI, C. E.P. [et al] **A Argumentação e o Ensino de Ciências: Uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio.** Faculdade de Educação/Programa de Pós-Graduação em Educação. Revista Brasileira de Ensino de Física. Investigação em ensino de ciências – V.8, p.187 – 209, 2003

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem.** 1ª ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

APÊNDICE A

TESTE DE VERIFICAÇÃO

Enunciado das questões 01 e 02

Eduardo, aluno do IFRN, brincando com blocos de madeira em uma mesa lisa e horizontal, colocou a uma certa distância um do outro. Realizou a seguinte experiência: lançou um dos blocos com uma velocidade V_A no sentido do outro bloco que se encontrava em repouso.

Questão 01

Na primeira experiência, de uma colisão frontal perfeitamente elástica, com blocos de mesma massa e fez a seguinte observação:



- (a) Após a colisão os dois blocos seguem no mesmo sentido do movimento inicial do bloco A e o da frente B segue com velocidade maior.
- (b) Após a colisão o bloco A para e o bloco B sai com velocidade V_A .
- (c) Após a colisão o bloco A volta e o bloco B se movimenta com velocidade V_A .
- (d) Após a colisão os dois blocos saem juntos com velocidade V_A .

Questão 02

O aluno na segunda experiência, utilizando um bloco de massa duas vezes maior, realizou uma colisão frontal perfeitamente elástico entre o bloco maior com o menor que estava inicialmente em repouso e tirou a seguinte conclusão:



- (a) Após a colisão os dois blocos seguem no mesmo sentido e o bloco B segue com uma velocidade maior que a velocidade de A.
- (b) Após a colisão os dois blocos saem juntos com velocidade menor que V_A .
- (c) Após a colisão o bloco A volta e o bloco B se movimenta com a mesma velocidade de A.
- (d) Após a colisão o bloco A para e bloco B segue com a mesma velocidade de A antes da colisão.

Questão 03

Dois garotos Roberto e João, estavam brincando com dois carrinhos de mesma massa usando piso horizontal, provocaram uma colisão de um carrinho contra o outro (veja figura) com velocidades aproximadamente iguais. O que pode ser visto pelos garotos logo após a colisão frontal entre os dois carrinhos?



- (a) Um dos carrinhos para e o outro se movimenta no sentido contrário ao anterior com mesma velocidade.
- (b) Após a colisão os dois carrinhos saem em sentidos contrários com as mesmas velocidades iniciais.
- (c) Os dois carrinhos param após a colisão.
- (d) Após a colisão os dois carrinhos se movimentam juntos para a direita.

Questão 04

Em uma viagem a cidade de João Pessoa presenciei um pequeno acidente entre dois carros em um trecho retilíneo e horizontal da rodovia. Um micro-ônibus de massa 6 toneladas que se encontrava parado fora de marcha. Um carro menor de massa 2 toneladas com velocidade V_A , colide na sua traseira e após a colisão os dois carros se engataram e saíram juntos. Depois do exposto, o que se pode concluir logo após a colisão?

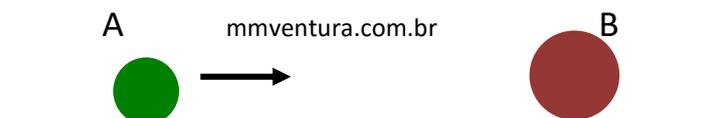


- (a) Os dois carros seguem juntos com uma velocidade maior que V_A .
- (b) Os dois carros seguem juntos com uma velocidade igual a V_A .
- (c) Os dois carros seguem juntos com uma velocidade menor que V_A .
- (d) Os dois carros após a colisão ficam parados.

Questão 05

Um certo dia estavam no descanso dos estudos os alunos João Guilherme e Roberto. Jogavam bolas de gude em um piso retilíneo e horizontal. Guilherme, que estava com uma bola de gude (A) de menor massa,

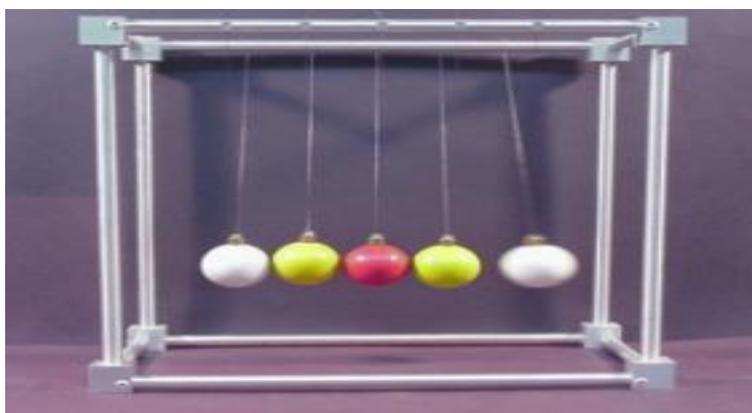
lançou-a na direção da bola (B) de Roberto que tinha massa maior. Agora, observe a figura e marque a resposta que você acha correta.



- (a) A bola de gude A para e a bola de gude B segue com uma velocidade maior que a bola de gude A no instante da colisão
- (b) A bola de gude A para e a bola B segue com uma velocidade menor que a bola de gude A no instante da colisão.
- (c) A bola de gude A para e a bola de gude B segue com a mesma velocidade de A no instante da colisão.
- (d) A bola de gude B permanece parada e a bola de gude A volta com a velocidade anterior.

Questão 06

Os alunos na aula do laboratório de física fizeram experiências com o Pêndulo de Newton, veja a figura. Esferas com massas iguais e com cinco bolas encostadas uma na outra. Como mostra a figura.



Fis.unb.br

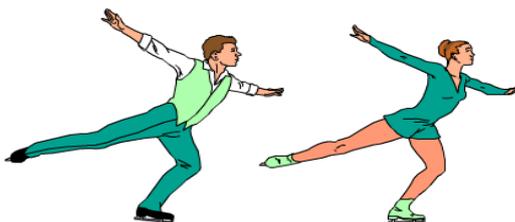
Afasta-se uma das bolas e solta. Após a colisão pode observar-se que:

Somente a última bola irá se movimentar, saindo com a velocidade duas vezes maior que a bola que colidiu com a primeira.

- (a) Somente a última bola irá se movimentar, saindo com a velocidade igual a bola que colidiu com a primeira.
- (b) Somente as duas últimas bolas irão se movimentar juntas, saindo com a mesma velocidade que a bola que colidiu com a primeira.
- (c) As quatro bolas sairão juntas com uma velocidade menor que a bola que colidiu com a primeira.

Questão 07

Dois patinadores, sendo um homem e uma mulher, se deslocam sobre uma mesma trajetória retilínea e no mesmo sentido, conforme ilustrado abaixo.



brasilecola.uol.com

Sabendo que a velocidade do homem é maior que a velocidade da mulher e que este a alcança segura e a levanta com as mãos, podemos afirmar corretamente que:

- (a) A velocidade do conjunto aumenta.
- (b) A velocidade do conjunto diminui.
- (c) A velocidade permanece a mesma.
- (d) Eles param instantaneamente.

Questão 08

(ITA-SP) Um automóvel para quase que instantaneamente ao bater frontalmente numa árvore. A proteção oferecida pelo airbag, comparativamente ao que ele não dispõe, vem do fato de que a transferência para o carro de parte do movimento do motorista se dá em condições de:



www.brasilecola.com.br

- (a) Menor força em maior período de tempo.
- (b) Maior força em menor período de tempo.
- (c) Mesmo tempo, com força menor.
- (d) Mesma força em mesmo tempo.

Questão 09

Num parque de diversões tem um brinquedo chamado “bate-bate” que consiste em carros elétricos de mesmas massas onde se dirige e faz-se colidir uns contra outros. Um certo dia, pai e filho brincavam nos carrinhos onde a massa do pai era duas vezes maior. Num certo instante o carrinho do filho estava parado e sofre uma colisão frontal com o carro do pai. A mãe que estava assistindo a brincadeira, logo percebe que a velocidade que o carro do seu filho ficou logo após a colisão foi:



Fonte: www.estudopratico.com.br

- (a) Igual a velocidade do carro do seu pai logo após a colisão.
- (b) Menor que a velocidade do carro do seu pai.
- (c) Maior que a velocidade do carro do seu pai.
- (d) Nada se pode afirmar sobre a velocidade do filho.

Questão 10

Um vagão de 10 toneladas desloca-se a 6,0 m/s sobre trilhos horizontais, chocando-se com outro vagão carregado e de 20 toneladas, em repouso e com o freio solto. Se os dois vagões engatam, determine sua velocidade após a sua colisão.

- (a) 6,0 m/s
- (b) 3,0 m/s
- (c) 2,0 m/s
- (d) 1,0 m/s

APÊNDICE B

APLICAÇÃO DO TRILHO DE AR NAS AULAS EXPERIMENTAIS

Carga horária: Oito horas aulas.

Número de alunos: 82 alunos (matutino)

Tempo da aula: duas horas-aula para cada 25% da turma.

O que se espera dos alunos:

- Os alunos, usando o trilho de ar, devem produzir interações entre carrinhos (elástica e inelástica) de mesma Massa e de Massa diferente.
- Os alunos devem descrever suas observações e os esquemas dos movimentos produzidos, para posteriores discussões dos resultados.
- Cada experiência nas colisões deve ser executada no mínimo três vezes.



Figura 01 – trilho de ar no plano horizontal

Atividade 01- Colisões de carrinhos com mesma massa:

- a) considere dois carrinhos, de mesma massa numa superfície lisa e horizontal. Um está em repouso e o outro é lançado provocando uma colisão frontal. Agora, descreva o que observou após a colisão.
- b) considerando dois carrinhos, de mesma massa numa superfície lisa e horizontal, que são lançados um de encontro ao outro sofrendo uma colisão frontal. Descreva o que observou logo após a colisão.

c) em um trecho liso e horizontal, um carrinho de massa M está parado, enquanto outro de mesma massa m se aproxima com velocidade constante, de tal forma que ocorre uma colisão frontal entre eles. Após a colisão os carrinhos saem juntos. Descreva o que observou logo após a colisão.

Atividade 2 - Colisão entre carrinhos com massas diferentes

a) em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carrinho de massa M colide com outro carrinho de massa duas vezes maior ($2m$) inicialmente parado. Observe e descreva o que aconteceu após a colisão.

b) em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carro de massa $2m$ colide frontalmente com outro carro massa duas vezes menor (m) inicialmente parado. Observe e descreva o que observou logo após a colisão

Atividade 3 – Carrinhos abandonados do topo do plano inclinado



Figura 02- trilho de no plano inclinado

a) Carrinhos, de massas diferentes, abandonados um de cada vez a partir do repouso do topo do plano inclinado. Procurem observar o movimento deles e descrevam o ocorrido.

APÊNDICE C

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01-Alberto e seu pai patinam em uma pista de gelo perfeitamente lisa. Estando ambos em repouso, Alberto dá um empurrão em seu pai.



www.estudopratico.com.br

- (a) Marcos permanece em repouso, seu pai entra em movimento.
- (b) Marcos e seu pai movem-se no sentido da força que Marcos exercerá.
- (c) Marcos entra em movimento, seu pai permanece em repouso.
- (d) Marcos e seu pai movem-se em sentidos opostos.

02-Em um plano horizontal e perfeitamente liso, repousa, frente a frente, um homem e uma caixa de massas respectivamente iguais a 80kg e 40kg. Num dado instante o homem empurra a caixa, que sai com velocidade de módulo 10 m/s, desprezando a influência do ar, o módulo da velocidade do homem após o empurrão é:

- (a) 5 m/s
- (b) 10 m/s
- (c) 20 m/s
- (d) 30 m/s

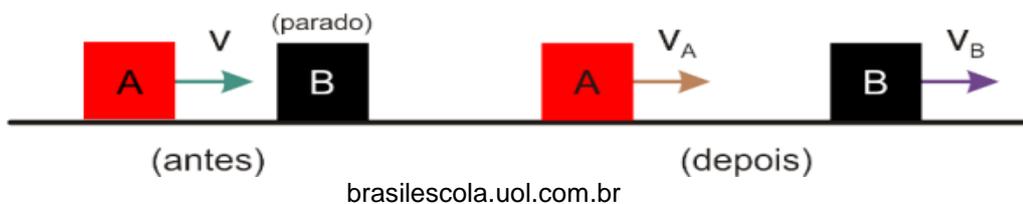


www.brasilecola.com.br

03-Duas crianças divertem-se patinando em uma pista de gelo. Uma delas, de massa 45 kg, tinha uma velocidade de 4,0 m/s, quando colidiu frontalmente com outra, que se desloca com velocidade de 3,0 m/s, no sentido contrário. Imediatamente após a colisão, as duas param no local do encontro. Nessas condições, pode-se afirmar que a massa, em kg, da outra criança, era de:

- (a) 30
- (b) 40
- (c) 50
- (d) 60

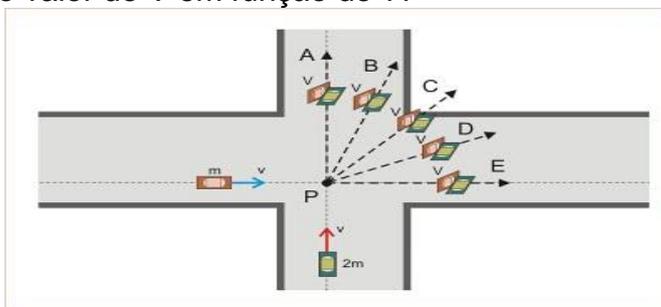
04-Um bloco A deslocasse horizontalmente com velocidade de módulo $V = 12$ m/s, colidindo com outro bloco B inicialmente em repouso. Após a colisão os blocos adquirem velocidades de módulos $V_B = 8$ m/s e V_A respectivamente. Determine V_A , sabendo-se que os blocos têm massas iguais.



- (a) 2 m/s (b) 4 m/s (c) 6 m/s (d) 8 m/s

05-O carrinho de massa m desloca-se com velocidade v e colide, num cruzamento P, com outro carrinho de massa $2m$ e que se desloca com velocidade v . Após a colisão os carrinhos seguem com velocidade V .

- a) Qual é a possível trajetória dos carrinhos entre as indicadas na figura? A, B, C, D ou E?
 b) Qual é o valor de V em função de v ?



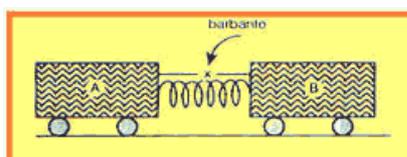
Fonte: osfundamentosdafisica.blogspot.com

06-Um carro de 1200 kg, com velocidade de 20 m/s, é abalroado por trás por outro carro, de 800 kg, com velocidade de 30 m/s. Imediatamente após o choque, os dois carros se movem juntos. Calcule a velocidade do conjunto após a colisão.



Fonte: www.fisicaevestibular.com.br

07-Dois blocos, A ($m_A = 2 \text{ kg}$) e B ($m_B = 3 \text{ kg}$), estão em repouso sobre um plano horizontal sem atrito. Entre os dois, há uma mola comprimida, encostada em suas laterais e mantida nessa posição por um fio ideal, conforme a figura. Após o corte do fio, o bloco B adquire a velocidade de 3,0 m/s. Qual é, então, a velocidade adquirida por A?



coladaweb.com

APÊNDICE D

UNIDADE DIDÁTICA

TÍTULO: ESTUDO DO MOMENTO LINEAR E SUA CONSERVAÇÃO COM O USO DO TRILHO DE AR COMO ORGANIZADOR PRÉVIO

Sérgio Luiz Bezerra Teixeira

Natal – RN
Julho de 2016

Conteúdo Geral da Unidade Didática:
Momento Linear e sua Conservação

Número de Aulas Previstas:
6 horas-aula

Professor elaborador:
Sérgio Luiz Bezerra Teixeira

SUMÁRIO

- **INTRODUÇÃO**
- **REFERENCIAL TEÓRICO**
- **ELABORAÇÃO DO TRILHO DE AR**
- **PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**
- **TEORIA DE QUANTIDADE DE MOVIMENTO LINEAR**

LISTA DE FIGURAS

Figura D1- Fonte de tensão (12V-10A) e Compressor.....	96
Figura D2- Cano flex e transferidor.....	96
Figura D3- Carrinhos e cavalete de apoio	97
Figura D4- Trilho de ar montado num plano horizontal.....	97
Figura D5- Trilho de ar como plano inclinado.....	98
Figura D6- Trilho de ar como plano horizontal.....	98
Figura D7- Trilho de ar montado como plano inclinado.....	100
Figura D8- Transferência de movimento (pé para a bola)	103
Figura D9- Transmissão de movimento por compensação	104
Figura D10- Airbag	105
Figura D11- Situação de impulso.....	105
Figura D12- Após o disparo o canhão se movimenta para um lado e o Canhão se movimenta no sentido contrário.....	106
Figura D13- Pêndulo Balístico.....	107
Figura D14- Situação de Conservação do Momento Linear.....	108
Figura D15- Quantidade de Movimento.....	109

INTRODUÇÃO

Esta Unidade Didática é resultante do Produto Educacional dessa dissertação. Foi utilizado prática, teoria e um **Trilho de Ar** de fácil aquisição como instrumento para uma aprendizagem significativa dos conteúdos, Quantidade de Movimento Linear e sua Conservação.

Nosso objetivo é propiciar a construção de conhecimentos a partir de uma sequência didática, que tem como ponto de partida uma problematização sustentada em situações que abordam o momento linear, levando os alunos a se aproximarem de novos saberes, contextualizando a física ao seu cotidiano, com o propósito de apresentar a organização de etapas em um processo experimental de um trilho de ar, que possa ajudar no desenvolvimento da autonomia do educando valorizando os seus conhecimentos prévios.

Enfatizamos que ao elaborar este material, nos preocupamos em contribuir para a melhoria das aulas de Ensino de Física no Ensino Médio.

Assim, esperamos que o produto aqui apresentado possa trazer ao educando uma visão mais ampla da aplicação da física no seu dia-a-dia.

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico tem como base a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), segundo a leitura de M.A. Moreira (2011).

ELABORAÇÃO DO TRILHO DE AR

➤ Trilho de ar como recurso prático e didático

O experimento, segundo nossas observações, é dito como de grande importância na relação ensino-aprendizagem, porém os equipamentos de laboratório são geralmente de alto custo e requerem conhecimentos específicos para o seu manuseio. Com o intuito de difundir o experimento de Física, apresenta-se nesta dissertação a construção de um equipamento de baixo custo, que pode ser utilizado nos estudos da Física como a Conservação do Momento Linear e as Leis de Newton.

Desta forma, realizou-se a montagem de um **trilho de ar** construído com cano de secção quadrada de alumínio de $1'' \times 1,2 \text{ m}$, eletroduto de 32 mm , suporte de madeira e a base também de madeira com $1 \times 15 \times 100 \text{ cm}$.

Para a montagem do experimento, usou-se o eletroduto de 32 mm que serve de apoio para a entrada do fluxo de ar no cano quadrado de $1'' \times 1,2 \text{ m}$ com pequenos orifícios feitos com uma broca de 1 mm . Estes orifícios são distribuídos ao longo da parte da superfície do cano quadrado. Para explicar o plano inclinado no experimento é utilizado um suporte de madeira que serve de apoio para as experiências no trilho de ar.

Com o conjunto montado, conecta-se em uma das extremidades um compressor com fonte de $12 \text{ V}-10 \text{ A}$.

Os nossos corpos de provas são retângulos feitos com o cano de secção quadrada (que chamamos de carrinhos). Todo o trabalho está bem demonstrado nas fotos abaixo.

➤ Material Utilizado no Trilho de Ar

- Compressor de um aspirador de pó veicular 12 V dc ;
- Cano de secção quadrada em Alumínio $1'' \times 1,2 \text{ m}$;
- Eletroduto de 32 mm ;
- Suporte de madeira;
- Caixa Plástica $5 \times 7 \times 15 \text{ cm}$;
- Base em madeira $1 \times 15 \times 100 \text{ cm}$;
- Parafusos com porca $0,5 \times 4 \text{ cm}$;

- Luva em PVC 32 mm;
- Broca para metal 1 mm;
- Fita isolante cor vermelha;
- Fita isolante cor verde;
- Fita isolante cor amarela;
- Transferidor de acrílico de 180°;
- Fonte de tensão de 12 V – 10 A;
- Tinta cor Preta.

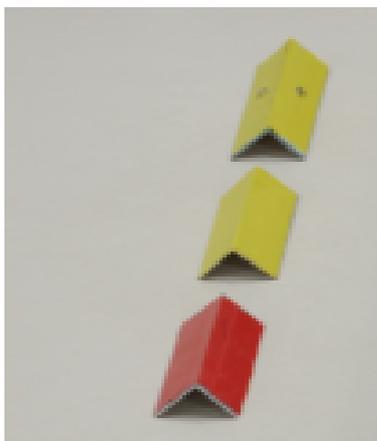
➤ **Figuras da Montagem do Trilho de Ar**



Figura D1: Fonte de tensão (12V-10A e compressor)



Figura D2: Eletroduto e transferidor



Figuras D3: Carrinhos e cavalete de apoio

Trilho de Ar montado



Figura D4: Trilho montado num plano horizontal



Figura D5: Trilho de ar como plano inclinado

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL COM A APLICAÇÃO DO TRILHO DE AR

➤ O que se espera dos alunos:

- Os alunos, usando o trilho de ar, devem produzir interações (colisão frontal) entre carrinhos numa única direção.
- Os alunos devem descrever suas observações e os esquemas dos movimentos produzidos, para posteriores discussões dos resultados.
- Cada experiência nas colisões deve ser realizada no mínimo em três vezes.

➤ Experiências com o uso do Trilho de Ar

Colisões de carrinhos com mesma massa:



Figura D6: trilho de ar como plano horizontal

- a) Considere dois carrinhos, de mesma massa numa superfície lisa e horizontal. Um está em repouso e o outro é lançado provocando uma colisão frontal. Agora, descreva o que observou após a colisão.

- b) Em um trecho liso e horizontal, um carrinho de massa m está parado, enquanto outro de mesma massa m se aproxima com certa velocidade, de tal forma que ocorre uma colisão frontal entre eles. Após a colisão os carrinhos saem juntos. Descreva o que observou logo após a colisão.

Colisão entre carrinhos com massas diferentes

- a) Em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carrinho de massa m colide com outro carrinho de massa duas vezes maior ($2m$) inicialmente parado. Descreva o que observou após a colisão.

- b) Em um trecho retilíneo, liso e horizontal, um carro de massa $2m$ colide frontalmente com outro carro massa duas vezes menor (m) inicialmente parado. Descreva o que observou após a colisão.

Carrinhos abandonados do topo do plano inclinado

- a) Carrinhos com massas diferentes foram abandonados um de cada vez a partir do repouso do topo do plano inclinado. Observem os seus movimentos e descrevam o ocorrido.



Figura D7: trilho de ar montado para experiência com o plano inclinado

➤ **Quantidade de Movimento Linear e sua Conservação.**

A atividade prática proporciona ao aluno um contato mais direto com os fenômenos físicos: Quantidade de Movimento, Conservação e Impulso. Por isso as experiências de colisões frontais, com carrinhos de mesma massa e com massas diferentes com auxílio do **trilho de ar**, devem detalhar a relação entre **massa** e **velocidade** em cada tipo de colisão.

O propósito do trilho de ar é diminuir as forças de atrito, fazendo com que os corpos se desloquem sobre uma camada de ar, o que elimina o contato direto entre a superfície do trilho e as superfícies dos corpos. O trilho é construído de tal forma que ao longo de toda extensão existem pequenos orifícios, os quais serão responsáveis pela saída de ar proveniente do compressor. Uma camada de ar mantém o carrinho flutuando com atrito reduzido.

Os resultados experimentais são comprovados com os valores previstos pelas Leis da Conservação do Momento Linear.

As aplicações da Quantidade de Movimento ou Momento Linear, nas colisões, podem fazer o estudo das Leis de Newton utilizando um plano inclinado. No caso do trilho de ar não é diferente, os carrinhos passam sobre o trilho com aceleração constante devido ao peso do corpo que desliza. Assim podemos também encontrar a aceleração da gravidade local.

Com isso, espera-se que o aluno faça a relação entre as massas, consiga perceber que existe algo que se conserva e com isso, tenha condições de formular a equação do Momento Linear ($Q = m.v$), lembrando que essa grandeza serve como âncora para todo o estudo da Dinâmica.

Deseja-se que essas atividades deem oportunidades para que os alunos superem as concepções empírico-indutivistas da ciência. Que o aluno levante hipóteses a partir de seus conhecimentos prévios, submetendo essas hipóteses a provas para assim, adquirir novos conhecimentos significativos.

Além de tudo, anseia-se fazer com que o aluno tenha capacidade de incorporar as ferramentas da matemática à experiência com mais propriedade.

➤ **As Leis de Conservação**

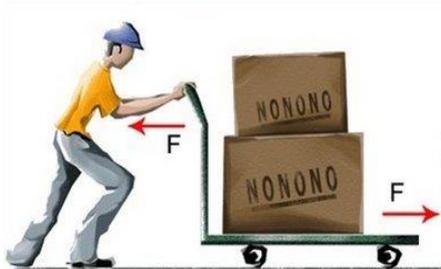
A Lei de Conservação de Quantidade de Movimento Linear é uma lei fundamental para a Física.

Acredita-se ser de suma importância, ensinar “quantidade de movimento linear e sua conservação”, com situações do cotidiano. Um exemplo claro disso está na física usada nos esportes como; futebol, remo, natação, judô, vôlei, boxe, arco e flecha, ginástica e muitos outros.

Algumas situações do nosso cotidiano são explicadas na lei de conservação do momento linear. Por isso, pode-se iniciar o estudo discutindo “Quantidade de Movimento Linear” para depois ver “Impulso” que é a grandeza responsável pelo estudo de sua variação.

Para iniciar Momento Linear e sua conservação de início é importante que o aluno entenda o significado de sistemas isolados de forças externas. A palavra “sistema” possui vários significados. Em física, ela é usada para designar uma parte limitada do universo que escolhemos para observação e análise. De modo geral, qualquer conjunto de corpos, ou de pontos materiais, constitui um sistema. Nada impede, porém, que o sistema seja constituído por um único corpo ou por um único ponto material.

Pode-se imaginar uma pessoa em um supermercado andando a procura de um carrinho para carregar as compras. Quando encontra um no meio do corredor, começa a empurrá-lo. Assim a pessoa passa a se mover com o carrinho.



Para analisar a ação descrita, isolemos o carrinho de supermercado e a pessoa do conjunto de outros objetos que estão no supermercado (prateleiras, produtos, outros carrinhos, outras pessoas). O sistema físico isolado, então, passa a ser constituído pela pessoa e o carrinho.

Nesse sistema, há forças externas, ou seja, forças aplicadas por corpos que não fazem parte dele: o peso da pessoa e do carrinho (forças aplicadas pela terra que, nesse caso, não pertence ao sistema), a reação normal nos dois corpos (forças aplicadas pelo piso, que também não pertencem ao sistema) ou mesmo o atrito. Ao separarmos esse carrinho e essa pessoa dos outros corpos, passamos a considerar que são forças internas somente aquelas trocadas entre a pessoa e o carrinho, a ação da pessoa ao empurrar o carrinho e a força, constitui um par de ação e reação que se caracteriza como um conjunto de forças internas ao sistema.

Neste sentido o trabalho e o projeto do trilho de ar, foram projetados e criados, sobretudo, para que os alunos através das experiências e estudos percebam às consequências da troca de forças internas ao sistema e que para isso é necessário isolá-lo em relação às forças externa. Para tanto, sabe-se que os sistemas isolados das forças externas:

- . Não atuam forças externas sobre ele.
- . A resultante das forças externas é nula.
- . A intensidade das forças externas é desprezível em relação à intensidade das forças internas.

Uma bola não se move sozinha, ela depende do chute. O barco depende do vento. Um chute de uma bola é algo que se conserva na interação, o pé do jogador, transmite velocidade para a bola. Vamos chamar isso de conservação de momento linear.



Figura D8 – Transferência de movimento (pé para a bola)

Fonte: www.estudopratico.com.br

No nosso cotidiano podemos perceber que é necessário aplicar uma força de menor intensidade para parar uma bicicleta do que um carro, que possuem inicialmente a mesma velocidade e num certo intervalo de tempo. Se a velocidade inicial do carro fosse maior, seria necessária uma força de maior intensidade. A força a ser aplicada, nesse intervalo de tempo, depende da massa e da velocidade do corpo. Para um maior intervalo de tempo, os mesmos efeitos podem ser obtidos com forças menos intensas. Esse exemplo sugere a definição de duas grandezas, uma que relaciona “a massa e a velocidade, denominada de *Momento Linear*”, e outra que relaciona “a força e o intervalo de tempo de sua atuação”, que recebe o nome de *Impulso*.

Para se mover um objeto sempre depende de outro. Há situações nas quais isso fica ainda mais evidente. O foguete carrega consigo uma massa de gás que vai sendo lançada para fora com grande velocidade. A mudança de sentido do movimento está associada à mudança de sentido do gás.

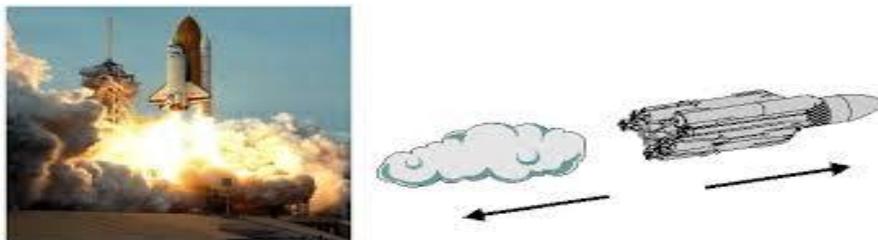


Figura D9: Transmissão de movimento por compensação

brasilecola.uol.com.br

Quando corpos interagem, um exerce força sobre o outro e isso provoca variações em suas velocidades e, conseqüentemente, em suas quantidades de movimento. A variação da quantidade de movimento sofrida por um corpo depende da força resultante atuante no corpo e do intervalo de tempo durante o qual a força age.

Quanto mais intensa a força, menor será o intervalo de tempo necessário para produzir certa variação na quantidade de movimento. Reciprocamente, quanto menos intensa for a força, maior deverá ser o intervalo de tempo necessário para que ocorra a mesma variação da quantidade de movimento.

Um carro colidindo com um muro de concreto, a força de impacto é extremamente intensa e o intervalo de tempo de impacto é muito pequeno. Se o muro estivesse protegido por uma barreira de pneus, o intervalo de tempo de impacto será maior e, conseqüentemente, a intensidade da força de impacto diminuiria para a mesma variação da quantidade de movimento.

Na figura abaixo, verifica-se uma situação semelhante. Um carro faz uma frenagem brusca. O motorista é jogado contra o para-brisa. A existência do *airbag* aumenta o intervalo de tempo de impacto e diminui a intensidade da força do impacto.



Figura D10 – Airbag

Fonte: www.brasilecola.com.br

Também, ao pular de uma certa altura, não mantemos as pernas estendidas quando atingimos o solo, mas sim flexionamos durante a colisão, para aumentar o intervalo de tempo de contato com o solo e diminuir a intensidade da força de impacto.

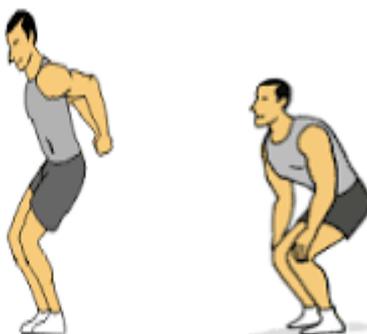


Figura D11 – Situações de Impulso

Fonte: www.brasilecola.com.br

O canhão, antes do tiro não há quantidade de movimento. Após o tiro, a bala adquire certa quantidade de movimento num certo sentido. Por outro lado, o canhão recua, isto é, adquire quantidade de movimento no sentido oposto.

Para que haja conservação imediatamente após o tiro, as quantidades de movimento da bala e do canhão devem ter a mesma intensidade e para que sua soma seja zero, deve-se atribuir sinais opostos.

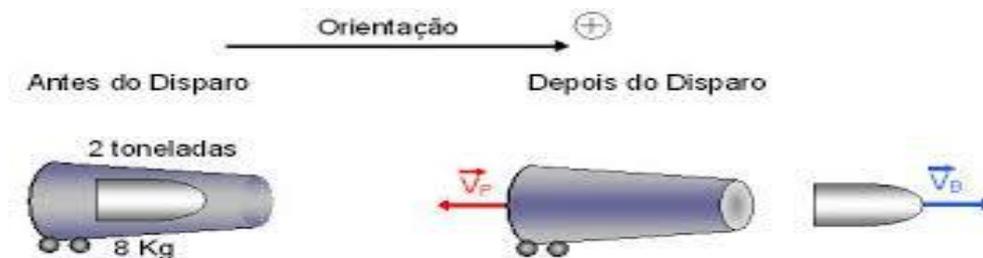


Figura D12 - Após o disparo o canhão se movimenta para um lado e o projétil se movimenta no sentido contrário.

Fonte - Cefetsp.br

➤ Expressão Matemática da Quantidade de Movimento e de sua Conservação

Quando ocorre uma colisão frontal entre um carro que se movimenta com pequena velocidade e um muro, o carro em geral recua um pouco. Se em lugar do carro fosse um ônibus, com a mesma velocidade, o muro seria destruído e o ônibus continuaria em seu movimento de avanço alguns instantes após a colisão.

Se associarmos aos objetos uma quantidade de movimento, podemos afirmar que para certa velocidade a quantidade de movimento é maior para massas maiores.

Se o carro da situação anterior estiver se movimentando com grande velocidade e colidir frontalmente com um muro, seu movimento após a colisão deverá ser diferente. Poderá o correr a destruição do muro e continuar seu movimento, alguns instantes após a colisão. Desse modo podemos afirmar que para certa massa, a quantidade de movimento é maior para velocidades maiores.

Na análise dos movimentos que surgem acoplados, associamos a eles uma direção e um sentido. Quando afirmamos, por exemplo, que um nadador empurra a água para trás e avança para frente e, que quanto mais

água ele empurra, maior será sua velocidade, estamos afirmando que a velocidade do nadador tem uma direção e um sentido. Enquanto, a velocidade da água tem a mesma direção, mas sentido oposto.

O resultado das interações avaliadas, anteriormente, permite atribuir à quantidade de movimento uma direção e um sentido.

Grandezas físicas que, com a velocidade, necessitam de informações a respeito da direção e do sentido além da intensidade para ficarem perfeitamente caracterizadas são denominadas grandezas vetoriais.

A expressão de quantidade de movimento: $Q = m.v$; m = massa; v = velocidade

O resultado das interações analisadas, anteriormente, permite atribuir à quantidade de movimento uma direção e um sentido. Isto porque leva em conta a direção e o sentido da velocidade dos objetos. É uma grandeza que depende do valor da massa e da velocidade.

➤ Conservação de Quantidade de Movimento por Transferência

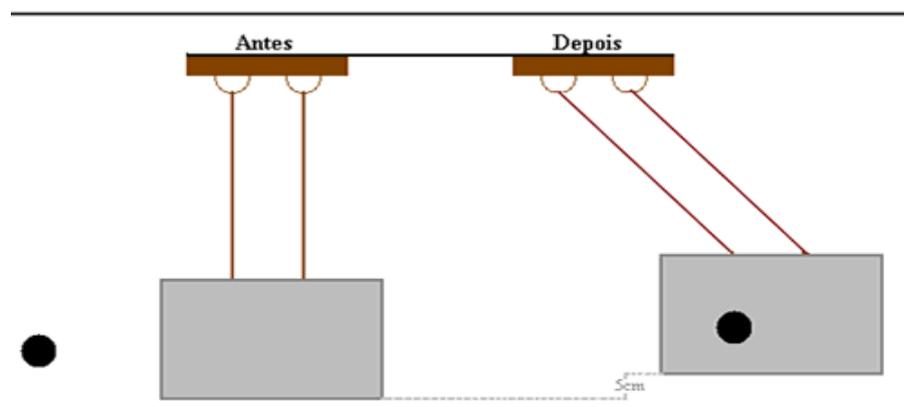


Figura D13 – Pêndulo de Balístico (O projétil se aloja no bloco e sobe a uma certa altura)

Fonte: exercicios.brasilecola.com

Uma das aplicações do momento linear e sua conservação são encontradas nos estudos de interações em sistemas de colisões.

Em qualquer colisão, o momento linear antes é igual ao momento linear depois.

$$Q \text{ (antes)} = Q \text{ (depois)} \quad m.v = (m + M).V$$

Numa colisão chamada de elástica a energia total antes é igual a energia total depois da colisão. De um modo geral, a colisão elástica é quando os objetos que colidem não sofrem deformações permanentes durante a colisão. Exemplos, colisões entre bolas de gude.

Colisão inelástica ocorre quando os corpos, após a colisão, passam a ter velocidades iguais, ou seja, saem juntos. Por exemplo, quando dois automóveis colidem e movem-se colados após a colisão. Nesse caso há conservação do momento linear, mas não há conservação de energia.

A conclusão que se chega é que nem sempre nas colisões se conserva energia, mas sempre haverá conservação do momento linear.

Aplicação- Considere dois patinadores em repouso, com massa M e m , onde $M > m$. Um empurra o outro: O de maior massa sai com uma velocidade e o de menor massa sai com a velocidade maior.

$$Q \text{ (Antes)} = Q \text{ (Depois)} \quad 0 = M.V - m.v \quad M.V = m.v$$



Figura D14 – Situação de Conservação do Momento Linear

Fonte: www.estudopratico.com.br

Nesses dois exemplos dar para perceber que tem algo que diferencia os acontecimentos. Para a Física, a diferença pode ser avaliada por uma grandeza chamada, “Quantidade de Movimento Linear ou Momento Linear de um corpo”, caracterizado pela velocidade V . Assim;

$\mathbf{Q} = m \cdot \mathbf{v}$, onde, \mathbf{Q} e \mathbf{v} são grandezas vetoriais. Sendo o Momento Linear ou Quantidade de Movimento (\mathbf{Q}).

\mathbf{Q} tem a mesma direção do vetor velocidade (\mathbf{v})

\mathbf{Q} tem o mesmo sentido do vetor velocidade (\mathbf{v})

\mathbf{Q} tem módulo: $Q = m \cdot v$

\mathbf{Q} tem unidade Kg.m/s no sistema internacional (SI)

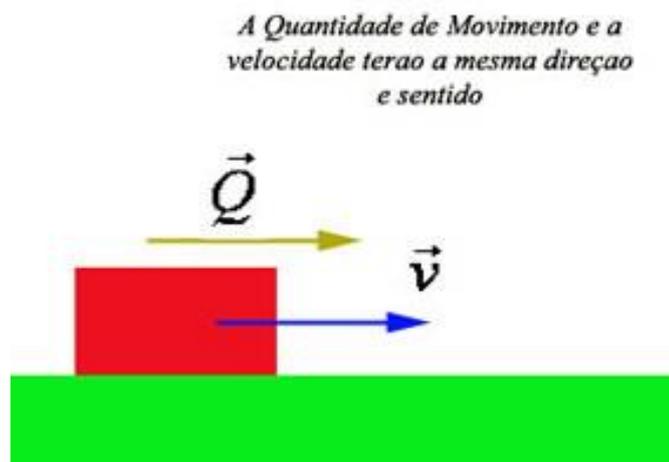


Figura D15 – Quantidade de Movimento

Fonte: horafisica.blogspot.com

Em um sistema isolado de forças externas a Quantidade de Movimento se conserva, pois, a quantidade de movimento antes é sempre igual à quantidade de movimento depois.

$$\mathbf{Q} \text{ (antes)} = \mathbf{Q} \text{ (depois)}$$