

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Ewerton Luiz Silva

**ENSINANDO FÍSICA E EDUCANDO PARA O TRÂNSITO:
CONCEITOS FÍSICOS CONTEXTUALIZADOS EM
SITUAÇÕES DE TRÂNSITO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – *Campus* Florianópolis, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Celso Yuji Matuo

Florianópolis, SC
Outubro de 2017

Ficha catalográfica

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silva, Ewerton Luiz

Ensinando Física e Educando para o Trânsito :
Conceitos Físicos Contextualizados em Situações de
Trânsito. / Ewerton Luiz Silva ; orientador, Celso
Yuji Matuo, 2017.

157 p.

Dissertação (mestrado profissional) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós
Graduação em Física, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Física. 2. Ensino de Física. 3. Educar para o
Trânsito. I. Matuo, Celso Yuji. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Física. III. Título.

Ewerton Luiz Silva

**ENSINANDO FÍSICA E EDUCANDO PARA O TRÂNSITO:
CONCEITOS FÍSICOS CONTEXTUALIZADOS EM
SITUAÇÕES DE TRÂNSITO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Prof. Oswaldo de Medeiros Ritter, Dr.
Coordenador do Curso
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Celso Yuji Matuo, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Prof. José Ricardo Marinelli, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Nelson Canzian da Silva, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Sônia Maria Silva Correa de Souza Cruz, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esta dissertação
aos meus pais Luiz e Edi, pelo apoio durante minha vida escolar.
À minha esposa Thais pelo incentivo e parceria incondicional sempre.
Aos meus filhos Sofia e Jorge, por me fazerem uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física *campus* Florianópolis pelas excelentes aulas ministradas nas disciplinas programa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Celso Yuji Matuo pelas horas dedicadas à orientação neste trabalho.

Ao meu superamigo e também colega de trabalho Eduardo Francisco Ferreira, pela revisão ortográfica e gramatical neste trabalho.

À CAPES pelo aporte financeiro concedido por meio de bolsa de estudo ao longo do curso.

Aos colegas da turma 2014, por todos momentos compartilhados no curso, das angustias as alegrias.

Ao Instituto Federal Catarinense pela participação no Programa Institucional de Qualificação de Servidores para o Instituto Federal Catarinense PIQ/IFC que me proporcionou possibilidade de maior dedicação durante o mestrado pelo afastamento parcial das minhas atividades nos *campi* Luzerna e São Francisco do Sul.

Eu quero ficar perto de tudo que acho certo
Até o dia em que eu mudar de opinião
A minha experiência meu pacto com a ciência
Meu conhecimento é minha distração

Coisas que eu sei
Eu adivinho sem ninguém ter me contado
Coisas que eu sei
O meu rádio relógio mostra o tempo errado, aperte o play...

(Dudu Falcão, 2007)

RESUMO

Este trabalho apresenta um produto educacional em forma de sequência didática com propósito de abordar conceitos de física Básica contextualizados em situações do trânsito de veículos. A fundamentação teórica deste estudo foi ancorada em documentos oficiais veiculados pelo Ministério das Cidades, por meio do Departamento Nacional de Trânsito, no Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) sobre educação básica, propostos pelo Ministério da Educação (MEC, 1999) e nos denominados *Três Momentos Pedagógicos* (3MP) propostos por Delizoicov e Angotti (1992). Para contextualizar os conceitos de física em situações de trânsito foram utilizados materiais como vídeos, fotos/imagens e quadrinhos, bem como questionários elaborados ou adaptados pelo autor, projetados em PowerPoint®. Na análise, elencam-se as concepções dos alunos anteriores à aplicação do produto educacional em pauta, seguida por minuciosa descrição da sequência didática utilizada, evidenciando as facilidades e dificuldades na sua implementação. Como resultados, destacam-se a ocorrência de mudanças nas concepções iniciais dos alunos, e melhoria na aprendizagem dos conceitos físicos abordados.

Palavras-chave: Física, Ensino de Física, Educar para o trânsito.

ABSTRACT

This work presents an educational product in the form of a didactic sequence with the purpose of approaching concepts of basic physics contextualized in situations of traffic. The theoretical basis of this study was anchored in the official documents issued by the Ministry of Cities, by means of the National Transit Department, in the Brazilian Traffic Code (BRASIL, 1997), in the National Curricular Parameters (PCNs) on basic education proposed by the Ministry of Education (MEC, 1999), and the *Three Pedagogical Moments* (3MP) proposed by Delizoicov and Angotti (1992). In order to contextualize the concepts of Physics in traffic situations, materials such as videos, photos/images, and comics were used, as well as questionnaires elaborated or adapted by the author, projected in PowerPoint®. In the analysis part, students' conceptions prior to the application of the educational product in question are listed followed by a detailed description of the didactic sequence used evidencing the facilities and difficulties of its implementation. The results highlight the occurrence of changes in the students' initial conceptions, and consequent improvement in the learning of the physical concepts addressed.

Keywords: Physics, Physics Teaching, Educating for traffic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – O método dos dois segundos	49
Figura 2.1 – Inércia segundo Jim Davis	54
Figura 3.1 – Representação do atrito em função da força aplicada	56
Figura 4.1 – Coeficiente de arrasto para diferentes formas	58
Figura 4.2 – Área efetiva do veículo voltada para o movimento	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Distância de seguimento em diferentes velocidades	50
Quadro 1.2 – Distância percorrida <i>versus</i> ações dos motoristas	51
Quadro 3.1 – Concepções sobre velocidade média	68
Quadro 3.2 – Concepções sobre Leis de Newton	69
Quadro 3.3 – Concepções Leis de Newton <i>versus</i> itens de segurança	70
Quadro 3.4 – Concepções sobre força de atrito	71
Quadro 3.5 – Concepções atrito <i>versus</i> situações de trânsito	72
Quadro 3.6 – Concepções da diferença entre atrito estático e cinético	73
Quadro 3.7 – Concepções sobre resultante centrípeta	74
Quadro 3.8 – Concepções centrípeta <i>versus</i> situações de trânsito	74
Quadro 3.9 – Concepções sobre energia cinética	75
Quadro 3.10 – Concepções energia cinética <i>versus</i> trânsito	76
Quadro 3.11 – Elogios e críticas ao desenvolvimento do projeto	78
Quadro 3.12 – Contextualização dos conceitos da física no trânsito	81
Quadro 3.13 – Grandeza relacionada com o método dos dois segundos ...	83
Quadro 3.14 – Conceito relacionado ao cinto e ao encosto de cabeça	85
Quadro 3.15 – Como diferenciaram atrito estático de atrito cinético	87
Quadro 3.16 – Relação de sistemas de frenagem com diferentes atritos ...	89
Quadro 3.17 – Dependência do arrasto com a velocidade	91
Quadro 3.18 – Grandezas que interferem na velocidade em curvas	93
Quadro 3.19 – Como varia a energia cinética ao dobrar a velocidade	95
Quadro 3.20 – Conceito relacionado com o funcionamento do air-bag	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de alunos <i>versus</i> Avaliação do projeto	78
Gráfico 2 – Número de alunos <i>versus</i> Contextualização	81
Gráfico 3 – Número de alunos <i>versus</i> Grandeza física	82
Gráfico 4 – Relacionaram sistemas de frenagem com força de atrito ..	89
Gráfico 5 – Consideraram a dependência da velocidade no arrasto	91
Gráfico 6 – Se a energia cinética dobrava ao dobrar a velocidade	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS – Anti-lock Braking System

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CNE – Conselho Nacional de Educação

CTB – Código Brasileiro de Trânsito

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

DCNETEF – Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação para o Trânsito no Ensino Fundamental

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

SNT – Sistema Nacional de Trânsito

3MP – três momentos pedagógicos

SUMÁRIO

1 Introdução	23
1.1 Justificativa	25
1.2 Objetivo geral	26
1.3 Objetivos específicos	26
2 Fundamentação Teórica	27
2.1 Da educação para o trânsito	27
2.2 Do ensino de física na educação básica	38
3 O produto educacional	45
3.1 A fundamentação metodológica do produto	45
3.2 A sequência didática do produto	48
3.3 Análise da aplicação em turma-piloto	65
4 Conclusões	99
Referências bibliográficas	101
Apêndice A TCLE	103
Apêndice B Questionário para reconhecimento de saberes I	105
Apêndice C Questionário após aplicação do projeto	107
MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR	109

1 INTRODUÇÃO

Podemos concordar que qualquer concepção de ensino não deve ser unicamente fundamentada na perspectiva de tecnófilos por ser inadequado pensar que toda tecnologia proporcione diretamente significado de progresso e unicamente bem-estar social. Tampouco essa concepção de ensino pode ser alicerçada somente pela óptica de tecnófobos, acreditando que novas tecnologias não podem trazer benefícios para a humanidade e só trazem desgraças e desgostos para o homem. Com isso, podemos concordar com Postman (2003, p. 14) “toda tecnologia tanto é um fardo como uma bênção; não uma coisa ou outra, mas sim isto e aquilo”.

Como exemplo claro de tecnologia que tem esses dois lados da moeda mostrados anteriormente, temos os veículos movidos a motor de explosão, fruto de uma transição entre a tecnocracia e o tecnopólio demarcado por Henry Ford na virada do século XX. Indiscutivelmente, os veículos automotores trouxeram mobilidade de passageiros e produtos antes inimagináveis. No entanto, o crescimento desenfreado do número de veículos traz graves problemas como as poluições atmosférica e sonora degradando o ambiente urbano, causado pelo trânsito. Este, apesar de toda sua complexidade, o trânsito de pessoas é genericamente caracterizado por Vasconcelos (1985, p. 19-20) como:

[...] uma disputa pelo espaço físico, que reflete uma disputa pelo tempo e pelo acesso aos equipamentos urbanos, – é uma negociação permanente do espaço, coletiva e conflituosa. E essa negociação, dadas às características de nossa sociedade, não se dá entre pessoas iguais: a disputa pelo espaço tem uma base ideológica e política; depende de como as pessoas se veem na sociedade e de seu acesso real ao poder.

Observamos na caracterização de Vasconcelos citada anteriormente, que o trânsito surge como elemento básico de inevitável conflito entre seres humanos que, ao interagirem, apresentam-se ora

como motoristas, ora passageiros, ciclistas ou pedestres. As interações no trânsito ocorrem entre pessoas com diferenças sociais e que têm diversos interesses, direitos e deveres. O que nos leva a pensar em quais são as possíveis maneiras de mediar e amenizar este conflito.

Percebemos que o trânsito pode ser tomado como tema multidisciplinar, podendo ser visto sob a óptica legislativa, jurídica, psicológica, técnica, humana e pedagógica, a fim de minimizar os conflitos apontados no parágrafo anterior.

Para a óptica pedagógica, foi dada adequada e inédita ênfase no Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), cujo Capítulo VI – “Da educação para o trânsito” – apresenta, em seis artigos, a primeira legislação dedicada à educação voltada para o trânsito.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) propostos pelo Ministério da Educação (MEC) em 1999, nos seus pressupostos teóricos, defendem que o conhecimento científico seja utilizado para interpretar situações reais de relevância social. Neste sentido, podemos concordar que servirá aos propósitos dos PCNs promover em educação básica programas e/ou projetos de ensino com enfoque na temática “trânsito”.

Também é defendida pela, ainda em construção, Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em sua 2ª versão de abril de 2016, que os modelos e os conceitos da física ajudem os estudantes a interpretar e descrever o mundo a sua volta, seja sobre os fenômenos naturais ou sobre equipamentos tecnológicos, como é o caso dos veículos.

Com base nisso, é possível reconhecer que utilizar da temática trânsito na educação básica, poderá auxiliar significativamente o aluno em situações reais do cotidiano. Contextualizando alguns conceitos fundamentais da física como, o movimento unidimensional com a distância de seguimento, as leis de Newton com o uso do cinto de segurança, a importância da força de atrito nas frenagens, a conservação do momento linear e o princípio de funcionamento do *air bag*, dentre outras situações que o presente trabalho vai propor, pode tornar o discente mais consciente e responsável, independentemente da forma como venham a atuar nesse contexto, seja como motorista, passageiro ou pedestre.

O referencial teórico deste trabalho, apresentado no capítulo 2 está dividido respectivamente em duas seções. Na primeira faz-se um apanhado histórico documental sobre a temática da educação para o trânsito e na segunda busca-se o aporte teórico do ensino de física na educação básica a partir dos documentos oficiais, bem como em outros autores que tratam do ensino de física.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com finalidade de atendimento ao que consta no acordo lançado pela Organização das Nações Unidas (ONU), “década de ação pela segurança no trânsito 2011-2020”, em 11 de maio de 2011, em dezembro de 2016 o governo federal lançou a “Operação RODOVIDA”. Na ação proposta pela ONU, governos do planeta se comprometeram a promover medidas para prevenir acidentes de trânsito a fim de reduzir em 50% o número de mortos e feridos até 2020. Ação integrada entre os ministérios da justiça, cidades, saúde e transportes, com apoio da Presidência da República, a Operação RODOVIDA busca reduzir o número de acidentes.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), em números absolutos, mais de 50 milhões de pessoas são vítimas de lesões e traumas e 1,25 milhões morrem por ano devido aos acidentes de trânsito, assumindo o posto de 1ª causa morte de jovens entre 15 e 29 anos. No Brasil, também em números absolutos, em 2013 foram mais de 40 mil mortes por ano, número que nos confere a 5ª posição no mundo e 1ª posição na América Latina no ranking do trânsito que mais mata. De 2009 até 2013, no Brasil, houve um salto de 19 para 23,4 no número de acidentes de trânsito por 100 mil habitantes.

Para atender ao acordo lançado pela ONU, de contribuir para redução nos números apontados no parágrafo anterior, assumimos que, projetos educacionais que tenham como finalidade educar para o trânsito, poderão ajudar a reduzir os alarmantes números de mortalidade no trânsito.

Neste sentido, considerando o que fora exposto nos parágrafos acima, podemos atribuir importância na proposição e aplicação de um produto educacional para o ensino de física, que seja contextualizado em

situações de trânsito. Além de trazer um importante significado para o conhecimento de física promovido na escola, uma sequência didática contextualizada na temática “trânsito” pode fazer com que o aluno compreenda e reconheça situações reais do seu cotidiano sob o prisma de conceitos físicos. Desta forma, utilizar o conhecimento científico para moldar o comportamento, tornando-se um personagem consciente e responsável no trânsito, seja como motorista, passageiro ou pedestre.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática para o ensino de conceitos de física básica, mais precisamente de mecânica Newtoniana, contextualizados em situações de trânsito.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar as concepções dos alunos acerca de conceitos da mecânica Newtoniana abordados na sequência didática;
- Elaborar uma sequência didática sobre conceitos de física básica;
- Identificar como alguns conceitos da física clássica podem ser contextualizados em situações de trânsito através da aplicação de uma sequência didática;
- Analisar os resultados com a aplicação da sequência didática em turma-piloto.

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Subdividida em dois tópicos será apresentada a fundamentação teórica deste trabalho. O primeiro tópico, da educação para o trânsito, além de fazer um apanhado histórico das bases legais sobre o assunto, destaca o que outros autores versam sobre o tema e apresenta alguns materiais paradidáticos encontrados na literatura que abordam a temática. O segundo tópico buscará nas bases legais, nas diretrizes curriculares para o ensino médio e em autores que escrevem sobre o ensino de física, o aporte teórico metodológico que mostre a importância na abordagem de conceitos da física contextualizados nas situações de trânsito.

2.1 DA EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO

Com a finalidade de fazermos um viés histórico da temática educação para o trânsito, seja na evolução do aporte legal sobre o tema ou em outras autorias sobre o assunto, podemos descrever alguns pontos.

O texto do primeiro CTB, que foi promulgado em 1941, não há nenhuma referência ao tema educação para o trânsito.

No texto da segunda edição do CTB de 1966 é possível perceber, mesmo que timidamente, menção ao tema. No Art. 4º do CTB de 1966, que trata da composição do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), é inserido um representante do então Ministério da Educação e Cultura neste importante conselho. Já no Art. 5º do texto, que trata das competências do CONTRAN, é estabelecido pelo inciso XI, – Promover e coordenar campanhas educativas de trânsito. Ainda no Art. 125º atribui ao então MEC junto ao CONTRAN promover e divulgar noções de trânsito nas escolas primárias e médias do País.

Vale destacar que, duas décadas antes da promulgação do atual CTB em publicação pelo extinto Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER), a educação para o trânsito já era considerada a nova matéria “Educação de Trânsito”, pois, de acordo com as ideias de Araújo (1977) era indispensável educar o povo para a “guerra do trânsito”. Com

relação a ações pedagógicas com finalidade de educar para o trânsito a autora afirma que:

[...] a necessidade de uma conscientização ampla e urgente, sobre educação de trânsito é visível aos olhos de todos, dada a complexidade dos problemas que surgem no dia a dia de todas as cidades. [...] vivendo essas dificuldades, é que vimos a importância de levar aos bancos das escolas, orientação sobre como proceder no trânsito das vias públicas como motoristas, pedestres e passageiros. (ARAÚJO, 1977, p. 15).

Porém, para uma efetiva educação voltada para o trânsito, se faz necessário a oferta de materiais educacionais didáticos, ou paradidáticos. No entanto, Araújo (1977, p. 9) já enfatizava a escassez de material didático voltado para a educação para o trânsito, justificando assim, a dificuldade de trabalhar em âmbito educacional sobre tal temática: “A educação de trânsito no Brasil, em termos de abordagem didática, praticamente inexistente. [...] E a razão da dificuldade de se ministrar a matéria didaticamente, reside justamente aí.”

No mesmo sentido, de forma análoga ao relatado no parágrafo anterior, quase uma década depois, a precariedade de uma educação voltada para a temática “trânsito” no sistema educacional brasileiro, na formação de condutores, passageiros ou pedestres, é também evidenciada por Vasconcelos (1985, p. 77):

O processo educacional no Brasil pode ser considerado muito deficiente: não há atividade escolar adequada, o exame de habilitação é falho e as campanhas são esporádicas, sem planejamento global. É por isso que um dos temas de trânsito em que há mais consenso no país refere-se à precariedade do nosso sistema de educação.

Podemos defender a necessidade da promoção de uma educação para o trânsito a fim de melhorar o comportamento dos atores do trânsito na busca da preservação da vida, da segurança para todos e da não

ocorrência de acidentes. Corroborando essa ideia, Vasconcelos (1985, p. 77) destaca que:

[...] da importância de um comportamento adequado surge à necessidade de uma educação para o trânsito, no sentido de as pessoas – em qualquer posição que assumam na circulação - terem atitudes compatíveis com as necessidades da segurança de todos. A educação deve ser vista como um processo contínuo, para que tenha efetividade real.

Com a finalidade de se empregar esforços na organização racional dos espaços em torno do homem surge legalmente, como uma verdadeira panaceia do trânsito, a educação para o trânsito.

Por este prisma, foi dada uma ênfase inédita para a óptica pedagógica pelo novo CTB. Promulgado em 23 de setembro 1997 e em vigor desde 22 de janeiro de 1998, a Lei 9.503 instituiu o Código de Trânsito Brasileiro, cujo capítulo VI, intitulado “Da Educação Para O Trânsito”, apresenta, em seis artigos, as principais diretrizes para a promoção e organização de uma educação voltada para o trânsito.

No Art. 74 da Lei 9.503, a educação para o trânsito é considerada direito de todos e um dever para os componentes do Sistema Nacional de Trânsito (SNT):

Art. 74. A educação para o trânsito é direito de todos e constitui dever prioritário para os componentes do Sistema Nacional de Trânsito.
§ 1º É obrigatória a existência de coordenação educacional em cada órgão ou entidade componente do Sistema Nacional de Trânsito.
§ 2º Os órgãos ou entidades executivos de trânsito deverão promover, dentro de sua estrutura organizacional ou mediante convênio, o funcionamento de Escolas Públicas de Trânsito, nos moldes e padrões estabelecidos pelo CONTRAN. (DENATRAN, 1997).

A importância dada a uma educação para o trânsito na educação básica e no ensino superior do Brasil pode ser observada no Art. 76 do CTB:

Art. 76. A educação para o trânsito será promovida na pré-escola e nas escolas de 1º, 2º e 3º graus, por meio de planejamento e ações coordenadas entre os órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito e de Educação, da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, nas respectivas áreas de atuação.

Parágrafo único. Para a finalidade prevista neste artigo, o Ministério da Educação e do Desporto, mediante proposta do CONTRAN e do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras, diretamente ou mediante convênio, promoverá:

I - a adoção, em todos os níveis de ensino, de um currículo interdisciplinar com conteúdo programático sobre segurança de trânsito;

II - a adoção de conteúdos relativos à educação para o trânsito nas escolas de formação para o magistério e o treinamento de professores e multiplicadores;

III - a criação de corpos técnicos interprofissionais para levantamento e análise de dados estatísticos relativos ao trânsito;

IV - a elaboração de planos de redução de acidentes de trânsito junto aos núcleos interdisciplinares universitários de trânsito, com vistas à integração Universidades – Sociedade na área de trânsito. (DENATRAN, 1997).

Vale destacar aqui que a nomenclatura utilizada no artigo supracitado não está em consonância com a Lei 9.394, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) ao tratar a educação básica, educação infantil, ensino fundamental e médio, e o ensino superior, como pré-escolas, escolas de 1º, 2º, e 3º graus, o que não exclui em nada a importância do documento.

Assim vale ressaltar que a obrigatoriedade da educação continuada para o trânsito em todos os níveis de educação, tratada no próprio CTB, aparece como uma iniciativa essencial para mudança na relação entre Estado e sociedade, no intuito de estabelecer normas e regras que promovam condições seguras a todos que fazem parte do trânsito, educando a todos, pedestres e passageiros, e não só motoristas, para um comportamento organizado e humanizado.

Após a determinação de educar para o trânsito estabelecida pelo CTB, pode-se destacar o surgimento de algumas propostas pedagógicas com metodologias voltadas para formação de hábitos e atitudes capazes de modificar comportamentos e procedimentos diante da complexidade do trânsito. Como exemplo pode-se citar a série de *Educando Para O Trânsito* (KUTIANSKI e ARAÚJO, 1998), um material para ser utilizado de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental. Cada volume é dividido em três unidades, que reconhecem a criança como pedestre que divide um espaço comum com veículos e outros pedestres. Neste sentido, destaca a importância de ser um bom pedestre, solidário com todos que fazem parte deste contexto e conhecendo os elementos do trânsito, tais como placas, semáforos, faixas de segurança, bem como os agentes. Trabalhos deste tipo podem ser considerados, uma iniciativa importante na formação de crianças para melhor convivência com a complexidade do fenômeno trânsito. Trabalho na forma de cartilha, provavelmente da mesma época, foi distribuído pelo Governo Federal em parceria com o Ministério da Educação e o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), também com o objetivo de educar as crianças na primeira fase escolar. A cartilha, intitulada *A caminho da escola: uma aula de trânsito para crianças de 1ª a 4ª série do ensino fundamental* tinha o intuito de desenvolver a cidadania e a responsabilidade das crianças, consideradas fundamentais para a formação de adultos educados para o trânsito. Outro exemplo de ação pedagógica com finalidade de educar para o trânsito aparece em *Moto-perpétuo: a segurança através da ciência e da educação* (1999), programa de educação para o trânsito elaborado pela Fiat, em parceria com o Ministério da Educação e do Desporto (MEC) voltado para o ensino médio. Este programa apresentava uma cartilha para alunos, material para o professor e um vídeo com os conteúdos apresentados no material

impresso. Possuía linguagem adequada para os jovens e trabalhava especificamente com as disciplinas de física e biologia.

No estado de Santa Catarina, em 19 de outubro de 1999, a lei 11.194 em seu Art. 1º institui o ensino de noções básicas de trânsito nos planos curriculares das escolas de educação básica da rede pública estadual. Já em seu Art. 2º a referida lei estabelece como conteúdo básico para educação para o trânsito: I – aspectos do CTB e legislação afim; II – direção defensiva; III – sinais e placas indicativas; IV – segurança do pedestre. Audaciosamente, em seu Art. 3º essa lei determina que a Secretaria de Estado da Educação e do Desporto tem prazo de noventa dias, a contar da publicação da lei, para normatizar a implantação, periodicidade, conteúdo e outras questões relativas à matéria.

Um marco importante sobre a história da educação para o trânsito ocorre em agosto de 2004 quando o Conselho Nacional de Educação (CNE) publica o parecer CNE/CEB 22/2004 que apresenta resposta ao DENATRAN sobre solicitação enviada ao colegiado. O DENATRAN solicitou estudos para incluir a educação para o trânsito em instituições de ensino de educação básica no País. No parecer o CNE argumenta que com o advento da LDB e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio não é conveniente a inclusão compulsória da disciplina Educação para o Trânsito por decisão normativa federal. Neste sentido o CNE afirma que as instituições brasileiras devam sim considerar em seus projetos pedagógicos a busca de comportamentos adequados no trânsito e ainda sugeriu ao DENATRAN a produção de material de apoio para que as escolas utilizem em seus projetos de educação para o trânsito.

Então uma década após a promulgação do novo CTB surge a publicação da Portaria 147 do DENATRAN, de 03 de junho de 2009, estabelecendo as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação para o Trânsito na Pré-Escola e no Ensino Fundamental, com o objetivo de atender à indicação do parecer CNE/CEB 22/2004, bem como o que está disposto no CTB sobre educação para o trânsito.

Por meio da publicação de tais Diretrizes, o DENATRAN apresenta sua pretensão de orientar e auxiliar educadores desses níveis de ensino para uma prática pedagógica voltada para o trânsito. Também

é intenção dos autores das referidas diretrizes que venham a promover atitudes em prol do bem comum a partir da análise e reflexão sobre o comportamento seguro no trânsito, pois consideram que:

[...] mais do que o cumprimento da lei, acreditamos que por meio da educação será possível reduzir o número de mortos e feridos em acidentes de trânsito e construir uma cultura de paz no espaço público. Isso porque a educação para o trânsito requer ações comprometidas com informações, mas, sobretudo, com valores ligados à ética e à cidadania. (DENATRAN, 1997).

Então, na portaria 147/09 do DENATRAN por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação para o Trânsito na Pré-Escola, que conforme o artigo 30 da LDB é o nível educacional destinado a crianças entre quatro e seis anos, possui seus fundamentos, princípios e procedimentos ancorados:

I – nas bases legais que orientam:

- a) os Sistemas de Ensino da Educação Brasileira;
- b) o Sistema Nacional de Trânsito;

II – numa dimensão conceitual de trânsito como direito de todas as pessoas e que compreende aspectos voltados à segurança, à mobilidade humana, à qualidade de vida e ao universo das relações sociais no espaço público;

III – nas propostas pedagógicas das instituições de Educação Infantil, constantes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil;

IV – numa abordagem que priorize a educação para a paz, a partir de exemplos positivos, capazes de desenvolver esquemas de interação com os outros e com o meio, oferecendo condições para que as crianças aprendam a ser, a estar e a conviver no trânsito;

V – em aprendizagens que favoreçam a aquisição de atitudes seguras no trânsito e reflitam o

exercício da ética e da cidadania no espaço público;

VI – no reconhecimento das crianças como cidadãos cujos direitos devem ser preservados e legitimados. (DENATRAN, 2009).

Os trabalhos voltados para educação para o trânsito na pré-escola, estabelecidos pelas citadas diretrizes, apresentam como objetivos:

I – considerar as capacidades afetivas, emocionais, sociais e cognitivas de cada criança, garantindo um ambiente saudável e prazeroso à prática de experiências educativas relacionadas ao trânsito;

II – favorecer o desenvolvimento de posturas e atitudes que visem a segurança individual e coletiva para a construção de um espaço público democrático e equitativo;

III – respeitar as diversidades culturais, os diferentes espaços geográficos e as relações interpessoais que neles ocorrem;

IV – superar a concepção reducionista de que educação para o trânsito é apenas a preparação do futuro condutor;

V – criar condições que favoreçam a observação e a exploração do ambiente, a fim de que as crianças percebam-se como agentes transformadores e valorizem atitudes que contribuam para sua preservação;

VI – utilizar diferentes linguagens (artística, corporal, oral e escrita) e brincadeiras para desenvolver atividades relacionadas ao trânsito;

VII – proporcionar situações, de forma integrada, que contribuam para o desenvolvimento das capacidades de relação interpessoal, de ser e de estar com os outros e de respeito e segurança no espaço público;

VIII – envolver a família e a comunidade nas ações educativas de trânsito desenvolvidas. (DENATRAN, 2009).

Na já anteriormente citada portaria 147/09 do DENATRAN, desta vez por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação para o Trânsito no Ensino Fundamental (DCNETEF) verifica-se que se apresentam com referências e orientações para incluir, o trânsito como tema transversal para as áreas curriculares, aportadas nos seguintes fundamentos:

- I - nas bases legais que orientam:
 - a) os Sistemas de Ensino da Educação Brasileira;
 - b) o Sistema Nacional de Trânsito;
 - II - na dimensão conceitual de trânsito como direito de todas as pessoas e que compreende aspectos voltados à segurança, à mobilidade humana, à qualidade de vida e ao universo das relações sociais no espaço público;
 - III - no reconhecimento do trânsito como tema de urgência social, de abrangência nacional, que apresenta possibilidade de ensino e aprendizagem e que favorece a compreensão da realidade e a participação social;
 - IV - no conjunto de valores que regulam nosso sistema de convivência e que envolvem o pensar e o agir de cada pessoa, respeitando sua liberdade;
 - V - nas fases de desenvolvimento do aluno e nas características específicas de cada etapa de ensino.
 - VI - nas diversidades culturais, nos diferentes espaços geográficos e nas relações que neles ocorrem, nas características regionais e locais da sociedade, da economia e da clientela.
- (DENATRAN, 2009)

As DCNETEF também propõem a inclusão de “trânsito” como tema transversal no ensino fundamental, tendo como principais objetivos:

- I - priorizar a educação para a paz a partir de exemplos positivos que reflitam o exercício da ética e da cidadania no espaço público;

II - desenvolver posturas e atitudes para a construção de um espaço público democrático e equitativo, por meio do trabalho sistemático e contínuo, durante toda a escolaridade, favorecendo o aprofundamento de questões relacionadas ao tema trânsito;

III - superar o enfoque reducionista de que ações educativas voltadas ao tema trânsito sejam apenas para preparar o futuro condutor;

IV - envolver a família e a comunidade nas ações educativas de trânsito desenvolvidas;

VI - contribuir para mudança do quadro de violência no trânsito brasileiro que hoje se apresenta;

VII - criar condições que favoreçam a observação e a exploração da cidade, a fim de que os alunos percebam-se como agentes transformadores do espaço onde vivem. (DENATRAN, 2009).

É possível perceber que os pressupostos teóricos das DCNETEF estão em consonância com os PCNs para o ensino deste nível, assim como com os temas transversais por eles estabelecidos, na condição de temas locais a serem trabalhados. De acordo com o exemplo proposto no PCNs, as DCNETEF se justificam, como pode-se observar a seguir:

Tomando-se como exemplo o caso do trânsito, vê-se que, embora esse seja um problema que atinge uma parcela significativa da população, é um tema que ganha significado principalmente nos centros urbanos, onde o trânsito tem sido fonte de intrincadas questões de natureza extremamente diversa. Pense-se, por exemplo, no direito ao transporte associado à qualidade de vida e à qualidade do meio ambiente; ou o desrespeito às regras de trânsito e a segurança de motoristas e pedestres (o trânsito brasileiro é um dos que, no mundo, causa maior número de mortes). Assim, visto de forma ampla, o tema trânsito remete à

reflexão sobre as características de modos de vida e relações sociais. (MEC/SEF, 1997, p. 35)

Ao analisar os conteúdos propostos pelas DCNETEF, pode ser observada uma preocupação em estabelecê-los de acordo com a Lei n. 11.274. Vale lembrar que tal Lei, aprovada em fevereiro de 2006, institui o ensino fundamental com nove anos de duração, a ser dividido em anos iniciais, indo do 1º ao 5º ano, e anos finais, indo do 6º ao 9º ano, incluindo o ingresso das crianças de seis anos de idade no 1º ano.

Conforme está descrito nas DCNETEF, os conteúdos propostos nas diretrizes respeitam as orientações do MEC no âmbito da organização curricular do Ensino Fundamental. De acordo com essas diretrizes, tais conteúdos referenciam-se no princípio da prevalência dos direitos humanos, em consonância com os princípios estabelecidos tanto pela Constituição Brasileira quanto pelo CTB. Segundo as DCNETEF, os conteúdos foram organizados em seis blocos gerais e selecionados baseando-se nos seguintes critérios:

[...] a possibilidade de inclusão do tema trânsito no ensino dos conteúdos das áreas de conhecimento escolar; a necessidade do ensino e da aprendizagem de conceitos, procedimentos, valores e atitudes como forma de reverter o quadro de violência evidenciado no trânsito brasileiro; a importância da análise e da reflexão acerca do tema trânsito como forma de preservação da vida. (DENATRAN, 2009).

Em última análise das DCNETEF, destaca-se que ainda determinam orientações didáticas para as ações pedagógicas destinadas a educar para o trânsito, propondo isto com a finalidade dar uma visão abrangente acerca da temática “trânsito”. Também são apresentadas nessas orientações didáticas, sugestões, tanto teóricas quanto metodológicas, para que a temática “trânsito” possa ser inserida em todas as áreas curriculares, nos anos finais do Ensino Fundamental: na língua portuguesa, na matemática, na história, na geografia, nas ciências naturais, na educação física e na arte.

Ao finalizar este apanhado do viés histórico sobre a educação para o trânsito, verifica-se que, com exceção do material paradidático *moto-perpétuo* que só atendia as disciplinas de física e biologia, em relação ao ensino médio, não houve o desenvolvimento de diretrizes como aporte teórico para fundamentar o fazer docente sobre a temática.

Fundamentado em bases legais, diretrizes curriculares para o ensino médio e em autores que escrevem sobre o ensino de física, o próximo tópico buscará aporte teórico metodológico para considerar a importância de educar para o trânsito por meio do ensino de física.

2.2. DO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Basta observarmos as finalidades do Ensino Médio, no Art. 35 da Lei nº 9.394 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB), de 20 de dezembro de 1996, para podermos verificar a importância da temática “trânsito” para esse nível da educação:

Art.35. O Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidade:

I - a consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

III - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996).

O inciso II do Art. 35 da LDB menciona que o Ensino Médio tem como uma de suas finalidades a preparação básica para a cidadania do educando. Assim, é possível concordar que o comportamento no trânsito é importante expressão de cidadania, mas é triste lembrar que o jovem egresso do ensino médio é frequentemente causador e vítima de

acidentes, por ignorância, imprudência ou imperícia. Também lamentável que as estatísticas mostrem que o perigo derivado do desrespeito às leis de trânsito é, muitas vezes, subestimado pelos jovens. O perfil do motorista jovem brasileiro mostra alguém que tem com o carro uma relação lúdica, que superestima as próprias capacidades e as do veículo, ao mesmo tempo em que subestima os perigos do excesso de velocidade e de dirigir sob o efeito de bebidas alcoólicas.

Como boa parte das leis de trânsito são fundamentadas no conhecimento científico, utilizar a temática do trânsito no ensino da física no Ensino Médio poderá ter relevância para que o jovem reflita sobre suas atitudes e decisões no trânsito. Reconhecer que as leis de trânsito não existem meramente como imposição estatal, baseada em princípios abstratos, mas que se fundamentam sim nas leis da física, ainda que empiricamente, mas sim em leis desta ciência da natureza. Ao compreender as bases físicas das leis de trânsito, os jovens entenderão estas com mais facilidade, vão respeitar as leis de trânsito porque saberão que desrespeitá-las significa transgredir limites físicos que se imporão por força, com possíveis consequências trágicas.

No sentido de, dotando o cidadão de conhecimento científico ele poderá utilizar-se deste conhecimento para interpretar situações de seu cotidiano, na obra Física, Angotti e Delizoicov (1992, p. 17), destacam que conhecimentos de física devem proporcionar a:

[...] qualquer cidadão que detenha um mínimo de conhecimento científico pode ter condições de utilizá-lo para as suas interpretações de situações de relevância social, reais, concretas e vividas, bem como aplicá-lo nessas e em outras situações. (ANGOTTI & DELIZOICOV, 1992, p. 17)

Podemos acreditar, dessa forma, que um produto educacional que proponha trazer para o ensino da física, contextualizado na temática “trânsito”, promoverá, em longo prazo, uma nova atitude para o jovem futuro condutor, passageiro, ciclista ou pedestre, o que poderá resultar em diminuição dos indicadores relativos aos acidentes, que conferem ao Brasil, segundo a OMS, a quinta posição mundial de mortes no trânsito.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em

1999, propuseram reforma curricular para esse nível de ensino, dividindo o conhecimento escolar em três áreas: a) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; b) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e c) Ciências Humanas e suas Tecnologias. Percebe-se que esta divisão tem como intenção a aproximação de conhecimentos que:

[...] compartilham objetos de estudo e, portanto, mais facilmente se comunicam, criando condições para que a prática escolar se desenvolva numa perspectiva de interdisciplinaridade. (MEC, 1999, p. 32).

Mesmo tendo atingido a maioria dos estabelecidos PCNs, ainda percebemos que, na prática, os objetivos dessa reforma não encontram forças motoras capazes de vencer a resistente força do ensino tradicional e fragmentado.

Ainda no diagnóstico da descontextualização no ensino de física, de acordo com os PCNs, destaca-se que existe excessiva atenção à formalização matemática, em detrimento da exploração de conceitos de forma articulada com o cotidiano dos alunos:

[...] O ensino de física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e, não só, mas também por isso, vazios de significado. [...] Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo. (MEC, 1999, p. 229).

Nesse contexto, a fim de promover mudança no paradigma, e para que o ensino de física possa ter a capacidade de reverter esta situação que é alvo de crítica, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio enfatizam que: “É preciso rediscutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” (MEC, 1999, p. 230). Porém, para que

tal mudança possa ocorrer, é necessária a adoção de nova perspectiva pedagógica:

Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem [...] uma física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendido. (MEC, 1999, p. 230).

Podemos considerar que, entendendo “significado” utilizado na citação acima como função social do conhecimento, fica claro que o ensino de física deve incorporar temas do cotidiano, de relevância imediata para o educando. Assim, apreendendo conceitos de física aplicados a situações do cotidiano do trânsito é aprender o “significado” dos referidos conceitos no momento em que ocorre o aprendizado.

Ao discutir o ensino de física oferecido em nível médio, Zylbersztajn e Cruz (2001, p.172) defendem a importância de que este seja fundamentado em situações contextualizadas cultural e socialmente em contraditório ao ensino tradicional, considerando que:

Esse quadro tradicional tem sido alvo de críticas por parte de amplos setores preocupados com o ensino das Ciências, que defendem uma educação científica fundamentada na ação e na construção social e que seja culturalmente e socialmente contextualizada.

Assim, podemos concordar com um processo de ensino-aprendizagem que não se preocupe com a ordem dos conteúdos, mas que adote temas e, partindo de determinados eventos, discuta conceitos. Fazer uso da temática trânsito, para mediar o ensino da física, permite-nos abordar alguns tópicos da mecânica, contextualizando e estabelecendo as relações energéticas envolvidas em colisões, estudando as forças presentes nas mais diversas situações (curvas, frenagem, nos limites de velocidade, etc.). Além dos aspectos multidisciplinares do tema, pode-se observar sua consonância com os objetivos propostos

pelos PCNs para o ensino de física:

Abordagem e tema não são aspectos independentes. Será necessário, em cada caso, verificar quais temas promovem melhor o desenvolvimento das competências desejadas. Por exemplo, o tratamento da Mecânica pode ser o espaço adequado para promover conhecimentos a partir de um sentido prático e vivencial macroscópico, dispensando modelagens mais abstratas do mundo microscópico. Isso significaria investigar a relação entre forças e movimentos, a partir de situações práticas, discutindo-se tanto a quantidade de movimento quanto às causas de variação do próprio movimento. Além disso, é na Mecânica onde mais claramente é explicitada a existência de princípios gerais, expressos nas leis de conservação, tanto da quantidade de movimento quanto da energia, instrumentos conceituais indispensáveis ao desenvolvimento de toda a física. (MEC, 1999, p. 232).

Portanto, o produto educacional elaborado neste trabalho vai ao encontro com o que é proposto nos PCNs como exposto na citação acima. Assim, com a temática do trânsito, pode-se buscar, no ensino da física, uma prática docente contextualizada que busque desenvolver ao que também é previsto em outro documento, os PCNs+ mais recentes e que vem complementar o texto de 1999. Defendendo assim que, para além de uma visão pragmática, ajude a construir o perfil de um cidadão:

O ensino de física deverá desenvolver o pensamento de ordem superior em lugar da aquisição de conteúdos abstratos independentes da vida real, deverá preocupar-se mais com a aplicação do que com a memorização de tais conteúdos, bem como o seu significado entre os alunos envolvidos [...] cujas finalidades para o conhecimento a ser apreendido em física que não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática,

de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir. (MEC, 2002, p. 61).

Nesse contexto, ressaltamos que o ensino de física tematizado pelo trânsito, além de contribuir para a sociedade, pela formação de motoristas mais cientes e conscienciosos, torna-se também mais eficiente porque se vale da experiência cotidiana dos alunos. É então sob uma perspectiva ambiciosa, de quem visa obter como produtos finais uma melhora no perfil do condutor/passageiro/pedestre brasileiro e um ensino de física mais calcado na realidade, que se propõe o presente projeto de pesquisa.

3 O PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo é subdividido em três tópicos. No primeiro tópico é abordada a fundamentação teórico-metodológica, servindo para ancorar metodologicamente a forma como foi desenvolvida a sequência didática. No segundo tópico deste capítulo aparece a sequência didática, com a descrição de aula a aula, são apresentados os objetivos, os recursos instrucionais, os conteúdos físicos e descrição detalhada dos momentos pedagógicos em pauta. No terceiro e último tópico deste capítulo será apresentada a análise da aplicação do produto educacional em uma turma-piloto mostrando, além do contexto e perfil da turma, as respostas dadas ao questionário de reconhecimento de saberes, pontos positivos e não positivos observados durante a aplicação, e as respostas dadas ao questionário final para verificação de saberes adquiridos durante a aplicação na turma-piloto.

3.1 A FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA DO PRODUTO

Com finalidade de apresentar a fundamentação na qual a sequência didática está ancorada, este tópico traz o aporte teórico metodológico para a utilização dos vídeos de *crash tests*, dentre outros, como recurso instrucional durante as aulas, bem como na proposição das aulas elaboradas em três momentos pedagógicos.

A utilização da tecnologia em sala de aula vem ao encontro da possibilidade de promover a inovação na prática de ensino e aprendizagem. O vídeo foi um dos recursos adotados na sequência didática, viabilizando assim a apresentação da informação de uma forma mais atrativa. O uso de recursos audiovisuais, em especial o vídeo, permite contextualizar diversos conteúdos e é certamente um recurso que possibilita impressionar todos os sentidos humanos (MORAN, 1995, p.28).

Em outra obra, considerando que existem atividades que facilitam e outras que superam a organização conhecimento, o autor defende que a utilização de vídeo na escola apresenta dois focos:

Quando o vídeo provoca, sacode, causa inquietação e serve como abertura para um tema, é um estímulo em nossa inércia [...]; Quando o vídeo serve para confirmar uma teoria, uma síntese, um olhar específico com o qual já estamos trabalhando, é ele que ilustra, amplia, exemplifica. (MORAN, 2007, p. 47)

Nessa perspectiva, em diferentes momentos pedagógicos propostos na sequência didática, se fará a utilização do vídeo como recurso instrucional, ora na problematização para provocar a observação e diálogo sobre um tema abordado, ora na organização do conhecimento abordado, quando é utilizado para confirmar a contextualização do conceito abordado.

Na sequência didática proposta neste trabalho, as aulas são desenvolvidas e fundamentadas sobre a perspectiva dos três momentos pedagógicos (3MP): problematização, organização e aplicação do conhecimento (ANGOTTI E DELIZOICOV, 1992, p. 29,31).

Em relação ao **primeiro** momento, a problematização, os autores estabelecem que:

São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conheçam e presenciem, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. (ANGOTTI & DELIZOICOV, 1992, p. 29).

Ainda sobre a problematização, os autores destacam que pode ocorrer em dois sentidos: a) fazendo com que emergam as concepções alternativas dos alunos, aquelas que já têm devido a aprendizagens anteriores; e b) quando o aluno ainda não possui aquele conhecimento e sente a necessidade de apreender para responder ao problema.

Para o **segundo** momento, a organização do conhecimento, os autores explicam que:

Os conhecimentos de física necessários para a compreensão do tema central, da problematização inicial, serão sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. (ANGOTTI & DELIZOICOV, 1992, p. 29).

É neste momento que ocorrem as definições dos conceitos, das relações, das leis, ou seja, é na organização do conhecimento que ocorre o aprofundamento nos conhecimentos da física. Os autores ressaltam que neste momento cabem as mais diversas atividades como exposição do professor, formulação de questões, textos para desenvolvimento de discussões, trabalhos extraclasse, revisão e destaques dos aspectos fundamentais, dentre outras.

O **terceiro** momento pedagógico, a aplicação do conhecimento, serve para:

[...] abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (ANGOTTI & DELIZOICOV, 1992, p. 31).

Assim percebemos que, metodologicamente, no terceiro momento são utilizados os mesmos procedimentos previstos no segundo.

Fundamentada nos 3MP, a sequência didática apresentada no tópico a seguir, mostra detalhadamente o desenvolvimento de todas as aulas previstas no produto educacional. São apresentados os objetivos, o conteúdo Físico abordado, os recursos instrucionais a serem utilizados e a descrição detalhada dos 3MP previstos em cada aula.

3.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO PRODUTO

Neste tópico será descrita a sequência de aulas que correspondem ao produto educacional elaborado neste trabalho. Aula por aula serão apresentados, os objetivos pretendidos, os conteúdos físicos a serem desenvolvidos, os recursos educacionais que devem ser utilizados e, de forma descritiva, como acontecerão os três momentos pedagógicos, acompanhados pela dinâmica estabelecida para cada momento.

Aula Nº 1 Tema da aula: “Distância de seguimento”

Objetivos:

- Explicar o conceito de velocidade escalar média;
- Analisar as grandezas físicas envolvidas na expressão da velocidade escalar média;
- Verificar quais as distâncias percorridas em determinados intervalos de tempo em velocidade escalar constante;
- Observar as distâncias percorridas durante ações comuns de motoristas;

Conteúdo Físico:

- Movimento unidimensional

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco
- Quadro para preenchimento

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Com intenção de estabelecer um debate inicial sobre o assunto, os alunos são provocados a pensar e se expressarem sobre distância de seguimento, ou seja, à distância de segurança que deve ser mantida entre veículos que trafegam nas estradas.

Momento 2: Organização do conhecimento 1. (10 min)

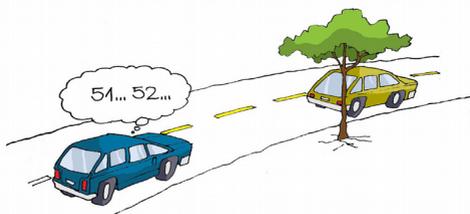
Dinâmica 2: São apresentados dois vídeos que abordam o assunto distância de seguimento.

Vídeo¹. Produzido e publicado pelo Detran do Rio Grande do Sul, no programa viagem segura, destaca a importância de manter à distância de segurança do veículo da frente, indica as distâncias seguras a serem mantidas com pista seca e molhada, e enfatiza que não se consegue desrespeitar as leis da física.

Vídeo². Elaborado pela organização portuguesa Estrada Viva, aborda de forma detalhada “o método dos dois segundos”, apontando como com esse método pode-se manter à distância de segurança para um veículo que esteja trafegando em qualquer velocidade

Finalizada a apresentação dos vídeos selecionados, inicia-se o debate sobre o que foi abordado. Destaca-se como o assunto “distância de seguimento” foi abordado nos vídeos, como o assunto consta no CTB e como foi apresentado na realidade de Portugal. Enfatiza-se então “o método dos dois segundos”, indicando que ele é referenciado tanto na realidade brasileira quanto na europeia e como pode ser relacionado ao conceito da física velocidade média e grandezas envolvidas.

Figura 1.1 – O método dos dois segundos



Fonte: BRASIL 2005

1 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iaXQSLqsUjo>> Acesso em: agosto de 2016.

2 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mpJx8N3fT08>> Acesso em: agosto de 2016.

Momento 3: Organização do conhecimento 2. (15 min)

Dinâmica 3: Inicialmente é reforçado que, apesar de depender de vários fatores, a distância de seguimento é dada exclusivamente pela distância percorrida pelo veículo em um intervalo de tempo de “dois segundos”, ou três/quatro segundos em caso de pista molhada, dependendo assim necessariamente da velocidade com que o veículo está trafegando. Neste momento é definido o conceito de velocidade escalar média e a relação com as grandezas “distância percorrida” e “intervalo de tempo”. De forma expositiva, com o auxílio da expressão da velocidade média e utilizando o método dos dois segundos para pista seca e três segundos em pista molhada, encontra-se a distância de seguimento em diferentes velocidades, preenchendo o quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Distância de seguimento em diferentes velocidades

Velocidade de tráfego	18 km/h (5 m/s)	36 km/h (10 m/s)	72 km/h (20 m/s)	108 km/h (30 m/s)	144 km/h (40 m/s)
Distância de seguimento durante 2 s					
Distância de seguimento durante 3 s					

Fonte: Elaborado pelo autor

Momento 4: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 4: Os alunos são divididos em grupos e cada grupo receberá um quadro a ser preenchido que relaciona o tempo estimado gasto pelo motorista ao executar uma ação e a distância percorrida pelo veículo em duas velocidades diferentes. O professor dará um tempo para interpretação e preenchimento do quadro fornecido. Finalizando, solicita-se que os grupos socializem os resultados obtidos e, com suas palavras, relacionem o quadro 1.1 preenchido com o auxílio do professor e o quadro 1.2 preenchido por eles.

Quadro 1.2 – Distância percorrida *versus* ações dos motoristas

Ação do motorista	Tempo estimado para ação	Distância percorrida com velocidade de 72 km/h (20 m/s)	Distância percorrida com velocidade de 108 km/h (30 m/s)
Acender um cigarro	3 segundos		
Beber um copo de água	4 segundos		
Sintonizar um rádio	4 segundos		
Consultar um mapa	Mais de 4 segundos		
Procurar um objeto na carteira	Mais de 3 segundos		
Discar um número de telefone*	5 segundos		

Fonte: Elaborado pelo autor

* Havendo tempo e/ou interesse, o professor poderá exibir um vídeo que conscientiza sobre os perigos do uso do telefone pelo motorista enquanto dirige.

Vídeo³ Elaborado pela “Das Auto”, *slogan* na ocasião utilizado pela montadora Volkswagen, a campanha publicitária chama a atenção de um público, plateia em uma sessão de cinema, na verdade para todos que assistirem ao vídeo, para os perigos do uso do celular enquanto esta dirigindo, lembrando sobre a necessidade de manter os olhos na estrada, enfatiza que o uso do celular é a principal causa morte ao volante.

³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xwpMILKCgb4>> Acesso em: agosto de 2016.

Aula Nº 2 Tema da aula: “Cinto de segurança”**Objetivos:**

- Investigar o conceito de inércia;
- Analisar o movimento de corpos na ausência de forças atuantes e quando a força resultante sobre eles for nula;
- Observar a aplicação da inércia em nosso dia a dia;
- Discutir a relação entre massa e inércia.

Conteúdo Físico:

- Princípio da inércia

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Livro texto
- Tirinha de história em quadrinho

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (10 min)

Dinâmica 1: Para fomentar o debate inicial são apresentados três vídeos com situações que demonstram a ocorrência e importância na utilização de cinto de segurança.

Vídeo⁴. Teste do ovo. Divulgado pelo programa Volvo de segurança no trânsito, é apresentado um experimento provocando duas colisões com um carrinho em um trilho, uma com o ovo no carrinho desprovido de cinto de segurança e outra com o ovo utilizando o cinto.

Vídeo⁵. Simulación del cinturón de seguridad. Simulando colisões com veículos o vídeo mostra a necessidade de utilizar o cinto de segurança tanto no banco dianteiro quanto no banco traseiro. Na parte final do vídeo demonstra-se um comparativo com cinto, sem cinto de segurança.

⁴Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GK2jhUbATqY>> Acesso em: agosto de 2016.

⁵Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iuc4jWQgeto>> Acesso em: agosto de 2016.

Vídeo⁶. Seat belts save lives. Divulgado pelo ministério dos transportes austríaco, o vídeo enfatiza a necessidade de utilizar o cinto de segurança também no banco traseiro. Mostra como, a partir de uma representação visual de uma situação real, em uma freada brusca ou em uma colisão frontal, um passageiro que esteja sem cinto de segurança no banco traseiro pode ser arremessado para-brisa afora. Alerta-se que para preservar quem costuma se impressionar com imagens chocantes, apesar de se tratar de uma representação visual, lembra-se que as imagens ocorrem com uma criança que está no banco traseiro do carro da família quando ocorre uma colisão a criança é arremessada para fora do para-brisa.

Em seguida, promove-se um debate sobre impressões e observações dos alunos e também questionando-os sobre os itens de segurança indispensáveis para motoristas e passageiros, priorizando a observação sobre o quanto é importante o uso do cinto de segurança por todos os ocupantes do veículo.

Momento 2: Organização do conhecimento. (10 min)

Dinâmica 2: São apresentadas as definições de inércia propostas pelo livro texto adotado na turma e pelo livro de Newton “*principia*” e discutidas com os alunos. Dando prioridade à discussão sobre o enunciado da Primeira Lei de Newton, promove-se um debate a respeito da presença da inércia no dia a dia, solicitando aos alunos que apresentem exemplos de aplicação aos corpos de seu cotidiano, verificando se eles relacionam as definições sobre o princípio da inércia com a utilização de itens de segurança como cinto e encosto para cabeça, por motoristas e passageiros.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 3: Os alunos são divididos em grupos e cada grupo receberá uma tirinha contendo uma situação relacionada ao princípio da inércia. O professor destinará um tempo para interpretação e discussão no grupo a respeito do que receberam e solicitar que expliquem com suas palavras

⁶ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6QdA8h29jzw>> Acesso em: agosto de 2016.

e relacionando, quando possível, as situações das tirinhas com o princípio da inércia que foi abordado anteriormente no momento 2.

Figura 2.1 – Inércia segundo Jim Davis



Fonte: GREF versão preliminar p-57⁷

Aulas N^{os} 3 e 4 Tema das aulas: “Forças durante frenagens”

Objetivos:

- Identificar as forças necessárias para efetuar uma frenagem.
- Investigar a força de atrito, diferenciando atrito estático e dinâmico.
- Discutir a existência de relação entre as forças de atrito estático e dinâmico e os sistemas de freios com e sem ABS, acrônimo da expressão alemã *Antiblockier-Bremssystem*;
- Verificar distâncias de frenagens em situações distintas.

Conteúdo Físico:

- Princípios da dinâmica e suas aplicações;
- Força de atrito.

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

⁷ Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> Acesso em: Agosto de 2016

Momentos da aula:**Momento 1:** Problematização. (15 min)**Dinâmica 1:** Para estimular o debate inicial são apresentados dois vídeos com situações que apresentam testes realizados com veículos, comparando frenagens com e sem ABS.

Vídeo⁸. Teste ABS quatro rodas. Elaborado pela BOSCH e divulgado pela revista quatro rodas, mostra ensaios de frenagens de veículos com e sem ABS. Nos ensaios são feitas comparações de distâncias de frenagens com e sem ABS, enfatizam também a manutenção da dirigibilidade no caso de frenagens com ABS.

Vídeo⁹. Renault explica ABS. Elaborado pela montadora Renault, o vídeo explica tudo sobre ABS, significado da sigla, para que serve, como funciona, o que acontece em frenagens sob pisos de baixa aderência, carros de freio tambor também podem utilizar, necessita de manutenção periódica, reduz o espaço de frenagem tanto em piso seco quanto em pista molhada, as principais vantagens, possibilidade de frenagem mesmo com as rodas em pisos sob diferentes aderências, como usuários a maneira de operar esses tipos de sistemas e como é comum o pedal trepidar durante uma frenagem. Em um material bastante ilustrativo são mostrados ensaios das diferentes situações de frenagens com e sem ABS.

Após a exibição dos vídeos suscita-se um debate questionando o que os alunos observaram na exibição e o que se faz necessário existir entre os pneus e o pavimento para que ocorra a frenagem.

Momento 2: Organização do conhecimento 1. (35 min)**Dinâmica 2:** Para abordagem da força de atrito antecipadamente são apresentadas e discutidas com os alunos as definições da força peso e da força normal. Privilegia-se a discussão sobre os princípios fundamentais da dinâmica e a partir do enunciado da 2ª lei de Newton, apresenta-se a força peso e sua característica de ação a distância.

⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=x2BVJfaXH0A>> Acesso em: abril de 2016.

⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2ag21iPffeQ>> Acesso em: agosto de 2016. vídeo indisponível

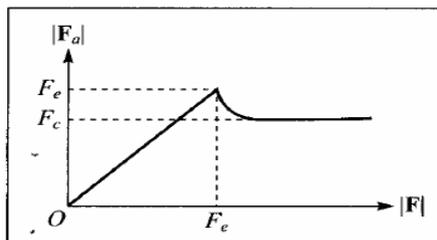
A partir do enunciado da 3ª lei de Newton, ação e reação, apresenta-se a força normal como a reação da força de contato, ou seja, a reação da força interação entre o corpo e a superfície.

Momento 3: Organização do conhecimento 2. (25 min)

Dinâmica 3: É apresentada e, em seguida, discutida com os alunos, a definição de força de atrito formulada por Amontons e Coulomb, informando que se trata de uma lei empírica em que a força surge do contato entre dois corpos sólidos, tangencial à superfície de contato. Em seguida, priorizando a discussão sobre algumas leis empíricas que regem a força de atrito, destaca-se que: 1) Precisa ser provocada para existir; 2) Se opõe à tendência de deslizamento entre os corpos; 3) A máxima força para qual está na iminência da ocorrência da movimentação relativa entre corpo e a superfície é proporcional ao módulo da força normal existente entre as superfícies; 4) O coeficiente de atrito estático μ_e , ou coeficiente de proporcionalidade, depende da natureza das duas superfícies que estão em contato; 5) Não depende da área de contato.

Para investigar o que ocorre ao extrapolar o limite da iminência de ocorrer a movimentação relativa entre as superfícies é diferenciado o atrito estático do atrito dinâmico. Destacam-se as diferenças entre os atritos, que têm a mesma expressão com o coeficiente de atrito dinâmico menor que o coeficiente de atrito estático $\mu_c < \mu_e$. Enfatiza-se, por meio da representação gráfica, (figura 3.1) da força de atrito em função da força aplicada concorrente ao atrito, a diferença entre o atrito estático e o atrito cinético.

Figura 3.1 – Representações da força de atrito em função da força aplicada



(Fonte: NUSSENZVEIG 2013, p 116)

Momento 4: Aplicação do conhecimento. (25 min)

Dinâmica 4: Serão apresentadas e, após discussão, serão resolvidas duas situações de frenagem: uma com e outra sem ABS. Utilizando as expressões do princípio fundamental da dinâmica e da cinemática, expressão de Torricelli, será verificada a diferença da distância necessária para parar um veículo sob a ação de atrito cinético, sem ABS, e do atrito estático, com ABS. Em seguida, os alunos serão solicitados a responder a situações semelhantes às apresentadas pelo professor que, após um tempo para buscarem solucionar os problemas, disponibiliza a resolução para a turma.

Aula Nº 5 Tema da aula: “A resistência do ar ao movimento”

Objetivos:

- Identificar a presença do arrasto no movimento de veículos;
- Verificar as grandezas envolvidas no arrasto dos corpos;
- Discutir a relação entre o arrasto e as grandezas velocidade, área efetiva e coeficiente de arrasto aerodinâmico;

Conteúdo Físico:

- Força de arrasto.

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Com intenção de estabelecer debate inicial sobre o assunto, os alunos são indagados sobre o que sente um passageiro ao colocar o braço para fora da janela do veículo em movimento. Também são questionados sobre a diferença na sensação quando o veículo se movimenta com velocidade maior. Por fim, os alunos são perguntados sobre a forma como a mão é colocada fora da janela, se paralela ou perpendicular ao sentido do movimento.

Momento 2: Organização do conhecimento. (25 min)

Dinâmica 2: Apresenta-se dois vídeos abordando a força de arrasto.

Vídeo¹⁰. Do canal The Fluid Guy. Apresenta de forma descontraída o conceito de força de arrasto “drag”. Destaca como a forma do corpo pode influenciar na velocidade limite do móvel devido ao arrasto.

Vídeo¹¹. Publicado pela Trans.org Foundation mostra como o estudo da aerodinâmica dos veículos, neste caso de caminhões, tem importância muito grande na redução no consumo de combustível.

Finalizada exibição dos vídeos possibilita-se o debate sobre o assunto abordado, destacando como as grandezas que envolvem a força de arrasto foram tratadas. Define-se arrasto e analisa-se as grandezas físicas na expressão do arrasto, provocando o debate sobre coeficiente de arrasto aerodinâmico para diferentes formas e também para área efetiva do veículo voltada para o movimento com as figuras 4.1 e 4.2.

Figura 4.1 – Coeficiente de arrasto para diferentes formas

forma	descrição	C	forma	descrição	C
	Formato mais aerodinâmico	< 0,1		Caminhão	0,8-1,0
	Carro esporte	0,2-0,3		Bicicleta de corrida com ciclista	0,9
	Semi-esfera (abertura para trás)	0,38		Cubo	1,05
	Carros de passeio	0,4-0,5		Placa quadrada	1,2

Fonte: GREF versão preliminar p-65 ¹²

¹⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=a5dzfWOb0xo>> Acesso em: agosto de 2016.

¹¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jOG6RSjIEEs>> Acesso em: agosto de 2016.

¹² Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> Acesso em: Agosto de 2016

Figura 4.2 – Área efetiva do veículo voltada para o movimento



Fonte: GREF versão preliminar p-57¹³

Em relação ao estudo das grandezas físicas envolvidas na força de arrasto, debate-se com os alunos sobre como muda a força de arrasto com a variação das outras grandezas, formato do corpo, área de contato, e velocidade. Assim, destaca-se que a força de arrasto aumenta quadraticamente em relação ao aumento da velocidade, ou seja, ao dobrar a velocidade quadruplica-se a força de arrasto, e porque não dizer aumenta também o consumo de combustível.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 3: Para aplicação do conhecimento adquirido no estudo da força de arrasto é promovido a resolução de uma questão adaptada da 1ª fase da Olimpíada Brasileira de Física de 2007. Na resolução da questão, o objetivo principal foi identificar o aumento percentual da força de arrasto ao se dobrar a velocidade de deslocamento de um determinado veículo. Para finalizar, como na questão houve a simplificação das constantes densidade do fluido e coeficiente de arrasto aerodinâmico, é proposto aos alunos que, a partir da simplificação e pesquisando o valor da densidade do ar, que encontrassem o valor aproximado do coeficiente de arrasto aerodinâmico do Prius, modelo de carro com motor híbrido da montadora Toyota, investigado em várias questões da prova e analisado na referida questão sobre a força de arrasto aerodinâmico.

¹³ Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> Acesso em: Agosto de 2016

Aula Nº 6 Tema da aula: “Executando curvas”**Objetivos:**

- Identificar as forças necessárias para veículos executarem curvas;
- Verificar as grandezas envolvidas na resultante centrípeta;
- Discutir a variação no peso aparente do motorista e passageiros em depressões ou elevações curvilíneas.

Conteúdo Físico:

- Resultante centrípeta

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Com a finalidade de estabelecer debate inicial sobre o assunto, os alunos são questionados sobre o que é necessário para veículos executarem curvas com segurança, as forças que atuam durante a curva, se é com qualquer velocidade que o veículo pode efetuar a curva e se esta velocidade depende do raio de curvatura.

Momento 2: Organização do conhecimento. (25 min)

Dinâmica 2: Apresenta-se um vídeo sobre curvas.

Vídeo¹⁴. Mostra um especialista português explicando como utilizar o volante e os freios durante a execução de curvas.

Finalizado a apresentação, inicia-se debate sobre como o assunto “curva” foi tratado no vídeo, buscando identificar as grandezas físicas envolvidas durante a execução de uma curva. Apresenta-se a definição da resultante centrípeta e discute-se como em diferentes situações, diferentes forças podem fazer o papel da resultante centrípeta, seja a força de atrito, a força peso, a força normal e a tração entre outras,

14 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=idNQh4qvnIY>> Acesso em: agosto de 2016.

bastando estarem na direção radial do movimento curvilíneo. Em seguida, analisando a situação de um veículo executando uma curva, identifica-se que por inércia a tendência seria de o veículo sair pela tangente da curva, e a força de atrito que faz o papel da resultante centrípeta a responsável por executar a curva. Assim, a partir da igualdade entre a força de atrito e a resultante centrípeta chega-se à expressão que indica a velocidade máxima para efetuar a curva, verificando que é proporcional ao coeficiente de atrito e ao raio da curva. Dessa forma, pela expressão obtida, é calculada a velocidade limite para executar curvas de diferentes raios de curvatura. Investigando as forças radiais quando um veículo passa por uma elevação ou depressão circulares, verifica-se a variação da força normal, ou o peso aparente, do motorista.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 3: Como aplicação do conhecimento adquirido, a partir da investigação da resultante centrípeta, tanto na análise da execução de curvas, quanto na passagem por pontos de mais altos da elevação e pontos mais baixos da depressão em trajetórias circulares, propõe-se a resolução de questões. Nesse sentido, o objetivo foi identificar a aplicação das leis de Newton, especificamente na resultante centrípeta, partiu-se para resolução de questões para identificar a velocidade limite para execução de curvas e o peso aparente do motorista em diferentes pontos.

Aula N° 7 **Tema da aula: “A energia do movimento”**

Objetivos:

- Identificar a energia de um veículo em movimento;
- Verificar as grandezas envolvidas na energia cinética;
- Demonstrar o teorema trabalho energia cinética.
- Discutir sobre as transformações energéticas em caso de colisões.

Conteúdo Físico:

- Trabalho e energia cinética

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Para propor o debate inicial sobre o assunto, os alunos são arguidos como segue: Dentre as modalidades de energia, qual está relacionada com um veículo em movimento? Como podemos relacionar essa energia com a velocidade? Em que modalidade é transformada a energia de movimento de um veículo durante uma colisão.

Momento 2: Organização do conhecimento. (30 min)

Dinâmica 2: São apresentadas as definições de energia mecânica, potencial e cinética, e discutidas com os alunos. É debatido sobre a energia cinética, dando ênfase nas relações de proporcionalidade da energia cinética com a massa e com o quadrado da velocidade do objeto em movimento. Para auxiliar no entendimento dessa relação quadrática é demonstrado, a partir de um gráfico, que ao dobrar a velocidade de um veículo sua energia cinética é quadruplicada. No estudo é abordado o assunto transformações energéticas e esclarecendo que, em caso de colisão de um veículo em movimento, a energia cinética transforma-se em outras modalidades de energia como sonora e térmica, mas, em sua maioria a energia cinética em colisões é transformada em trabalho de deformação. Em seguida, é demonstrado o teorema do trabalho e energia cinética. Assim, de forma *ad hoc*, é esclarecido que este teorema tem validade tanto para forças constantes quanto para forças variáveis. Para finalizar, são mostrados dois vídeos de *crash test* (teste de colisão, em tradução livre) com a finalidade de visualizar transformações energéticas durante colisões de veículos.

Vídeo¹⁵. Um comercial sueco, da década de 1990, apresenta *crash test* do Ford Sierra em três diferentes velocidades.

15 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zg9aHJJ8MR8>> Acesso em: agosto de 2016.

Vídeo¹⁶. De fonte não identificada, mas hospedado no YouTube, o vídeo mostra o *crash test* de um veículo se deslocando a 200 km/h.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (15 min)

Dinâmica 3: Na aplicação do conhecimento adquirido pelo estudo do teorema trabalho e energia cinética, verifica-se a importante relação quadrática entre a energia cinética e a velocidade de movimento. Neste sentido é proposta a resolução de duas questões extraídas do livro texto “conexões com a física”, livro didático adotado na turma em que foi aplicada a sequência didática.

Aula Nº 8 **Tema da aula: “A Física e o abraço do *air-bag*”**

Objetivos:

- Identificar como o *air-bag* aumenta a segurança do motorista;
- Verificar as grandezas físicas no teorema impulso-momento linear;
- Investigar as definições de momento linear e do impulso
- Discutir como os conceitos de impulso, variação do momento linear e as grandezas força média e intervalo de tempo em situações de colisão com veículos providos ou não de *air-bag*.

Conteúdo Físico:

- Impulso e variação do momento linear.

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Para fomentar o debate inicial sobre o assunto, os alunos são indagados sobre o que é *air-bag*, seu princípio de funcionamento,

¹⁶ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vFYHovJEUBg>> Acesso em: agosto de 2016.

como pode aumentar a segurança de motoristas e passageiros e os princípios físicos que explicam como podem protegê-los durante colisão.

Momento 2: Organização do conhecimento. (30 min)

Dinâmica 2: Para ampliar o debate promovido na problematização e também auxiliar nas respostas, são apresentados três vídeos que mostram o funcionamento do *air-bag*.

Vídeo¹⁷. Elaborado pela subsidiária australiana da montadora japonesa Mazda, explica o princípio de funcionamento do *air-bag*, destacando também o indispensável uso do cinto de segurança. Ainda é destacado a aplicação de *air-bag*, frontal, lateral, cortina, teto ou de joelhos, todos para vencer a inércia dos ocupantes do veículo durante uma colisão.

Vídeo¹⁸. Renault explica *air-bag*. Elaborado pela montadora Renault, o vídeo explica tudo sobre *air-bag*, explicando o que é, sua finalidade, como funciona, quais são os diferentes tipos, o intervalo de tempo em que é acionado, a necessidade de uso simultâneo do cinto de segurança, existência ou não de manutenção.

Vídeo¹⁹. Extraído do canal Salada Atômica, explica como ocorre a reação química para inflar o *air-bag*. Diferentemente dos outros vídeos utilizados neste trabalho, este apresenta a explicação de cunho científico para um item de segurança no trânsito de veículos.

Finalizado a apresentação dos vídeos, inicia-se breve debate sobre os assuntos abordados. Em seguida, apresenta-se a definição do momento linear e faz-se a demonstração da 2ª lei de Newton a partir da variação do momento linear no tempo. Ainda nas definições de conceitos da física, apresenta-se a definição do impulso e, em seguida, a demonstração do teorema impulso-momento linear. Nesse momento é explicado que, durante a colisão, o motorista sofrerá o mesmo impulso,

17 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=R4ckbB5EzZM>> Acesso em: agosto de 2016.

18 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MinvH665Ce0>> Acesso em: agosto de 2016.

19 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JvxWASvLnWM>> Acesso em: agosto de 2016.

ou variação do momento linear, em veículo com ou sem *air-bag*. Nesse caso, o que muda é o tempo em que ocorre a variação do momento linear, fazendo com que a força média aplicada sobre o motorista, diminua.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (15 min)

Dinâmica 3: Como aplicação do conhecimento adquirido a partir da investigação do teorema impulso variação do momento linear será proposto a resolução de um problema. Para resolução deve ser utilizado a propriedade gráfica obtida no gráfico de força em função do tempo. Propriedade que verifica que o cálculo da área deste gráfico, obtém-se o impulso, ou variação do momento linear, promovido pela força. O problema proposto foi adaptado de uma questão do vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte de 1998, que mostra a variação temporal da força que age sobre a cabeça de um boneco utilizado em um *test drive* durante uma colisão com e sem *air-bag*.

Em tempo vale lembrar que na descrição das aulas apresentadas acima foram subtraídas as expressões físicas que representam na linguagem simbólica, os conceitos físicos abordados na sequência didática. Assim, destacamos que as expressões, que na descrição das aulas foram omitidas, podem ser encontradas no apêndice A do material de apoio ao professor constante ao final deste trabalho. Neste apêndice constam os slides utilizados durante a aplicação da sequência didática com a turma-piloto, mostrando todos os recursos visuais e *hiperlinks* dos vídeos utilizados.

3.3 ANÁLISE DA APLICAÇÃO EM TURMA-PILOTO

Como análise da aplicação em turma-piloto, primeiramente será contextualizado o perfil da turma, em relação ao quantitativo de alunos em sala de aula, curso e instituição de ensino. Em seguida será apresentada a análise das respostas dadas às questões, aplicadas em formulário, para reconhecimento de saberes prévios dos alunos sobre os assuntos que seriam abordados. As questões usadas no primeiro formulário constam no apêndice B deste trabalho. Seguindo na análise apresenta-se uma breve descrição de como foram desenvolvidas as

atividades propostas na sequência didática. Em seguida analisa-se as respostas dadas ao formulário de avaliação final da aplicação da sequência didática, apresentando qualitativamente e quantitativamente as respostas dadas pelos alunos, evidenciando algumas possíveis mudanças nas respostas, conseqüente entendimento dos conceitos, após a execução do projeto. As questões do formulário de avaliação do projeto podem ser encontradas no apêndice C deste trabalho. Por fim, serão descritos os pontos positivos e outros não tão positivos, facilidades e dificuldades encontradas na aplicação da sequência didática na referida turma-piloto.

Inicialmente descrevo o perfil da turma escolhida para aplicar a sequência didática. Trata-se de uma turma de 1º ano do Curso Técnico em Automação Integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal Catarinense, *Campus* São Francisco do Sul. O quantitativo da turma é de 40 alunos, ingressos a partir de processo seletivo, sem alunos repetentes de 1º ano do Ensino Médio. Todos os alunos são egressos de escolas municipais, estaduais e particulares do município de São Francisco do Sul. Considerando o total de alunos, 40 responderam ao primeiro questionário para conhecimento de saberes preliminares enquanto 39 responderam ao questionário final após aplicação do projeto. Entre a aplicação do primeiro formulário para o segundo, houve a desistência de três alunos, mas que foram substituídos por outros três alunos em uma segunda chamada para a ocupação das vagas de acordo com o Edital de seleção de ingresso. A diferença deve-se à ausência de um aluno no dia da aplicação do segundo formulário. Para análise neste trabalho serão apenas consideradas as respostas dos alunos que responderam aos dois questionários, ou seja, 38 respostas.

Na primeira aula, em 23/02/2017, foram esclarecidos quais eram os objetivos do projeto e também que a turma havia sido escolhida pelo professor para aplicação de um produto educacional. Devido às características deste tipo de trabalho, que era a aplicação de um projeto fruto de uma pesquisa, haveria a necessidade da assinatura do termo de consentimento livre esclarecido por parte dos responsáveis, por se tratar de uma pesquisa aplicada com alunos menores de idade. Após isso foi lido para os alunos o TCLE e solicitado que o termo fosse trazido no próximo encontro devidamente assinado pelos seus responsáveis. Neste

ponto vale elucidar que os aspectos éticos da pesquisa em certa medida foram feridos, atuação como professor pesquisador. Porém vale neste momento justificar que isto, a aplicação de pesquisa na condição de professor pesquisador, só ocorreu devido a tentativa frustrada de aplicar o projeto em uma turma de uma escola da rede estadual de educação da região. Na ocasião, da tentativa frustrada, havia um planejamento, um cronograma para o desenvolvimento das atividades na turma escolhida mas, devido à sequência de três aulas suspensas por causa de eventos não previstos no calendário acadêmico da escola, o que impactou no desenvolvimento da pesquisa, essa aplicação foi por bem abandonada.

Em um dos laboratórios de informática foi destinado o tempo restante da aula para aplicação da primeira atividade do produto educacional, responder as questões contidas no primeiro formulário. As respostas contidas no questionário do formulário foram analisadas da seguinte maneira:

Primeiramente foram realizadas algumas perguntas que apenas serviram para identificação dos participantes. Verificou-se que nenhum dos participantes tinha carteira nacional de habilitação e nem estavam fazendo curso de formação de condutores, pois todos eram menores de 18 anos. Quanto à distribuição das idades, 16 alunos (42,2%) tinham na ocasião 14 anos, 14 alunos (36,8%) tinham 15 anos, 7 alunos (18,4%) tinham 16 anos e apenas 1 aluno (2,6%) tinha 17 anos.

Na sequência do texto serão apresentadas as respostas que os alunos deram no questionário na forma de quadro, com os erros gramaticais, ortográficos, de concordância, além dos conceituais que são inerentes aos estudantes desta faixa etária. Por questões éticas da pesquisa os nomes são preservados e é então dado um número que se refere à ordem das respostas dadas ao primeiro formulário, e que para uma possível comparação, foi mantida a mesma ordem na apresentação das respostas no segundo formulário aplicado ao final do projeto.

Na questão 1 os alunos foram indagados sobre o conhecimento do conceito de velocidade média: 26 alunos (68,4%) responderam que já tiveram contato com o conceito de velocidade média enquanto que 12 alunos (31,6%) responderam que não. O quadro a seguir, evitando as evasivas, mostra respostas descritivas dos alunos sobre o que já apreenderam sobre o conceito de velocidade média.

Quadro 3.1 – Concepções sobre velocidade média

Aluno (s)	Respostas
01 e 04	“Deslocamento em função do tempo.”
05	“É a velocidade medida durante um percurso, de acordo com as velocidades obtidas.”
06 e 08	“Razão entre o espaço e tempo.”
09	“800 km de distância percorrendo com um carro em média 80 km/h. cheguei lá em 10 horas.”
13	“Velocidade média é a razão entre o espaço e o tempo.”
16	“Calcular a velocidade média de um ponto ao outro.”
18	“Não lembro mais o que aprendi, mas já estudei alguma coisa sobre Velocidade Média.”
19	“Delta espaço por delta tempo.”
23	“Eu aprendi o básico da velocidade média, que ela se dá por variação do espaço pela variação do tempo.”
25	“Pelo que me lembro, velocidade média seria tal velocidade a qual um corpo se encontra.”
30	“A velocidade média é a razão entre o espaço e o tempo, ou seja, $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.”
31	“Fórmulas”
32	“A única coisa que eu me lembro mais ou menos são os cálculos.”
33	“Delta tempo sobre delta espaço.”
34	“Velocidade média é a distância percorrida dividida pelo tempo gasto.”
38	“Velocista e aceleração (tudo) mas preciso lembrar :)”

Fonte: Elaborado pelo autor

Como pode-se perceber, mesmo tendo alguns alunos afirmando já terem tido contato com o conceito de velocidade média, na hora de descreverem sobre o que haviam apreendido com o conceito, surgem nas respostas dos alunos os conflitos cognitivos, como por exemplo “delta tempo sobre delta espaço”, bem como aquelas definições superficiais e equivocadas do assunto.

Para questão 2 os alunos responderam se já tiveram contato com as leis de Newton: 37 alunos (92,5%) responderam sim e 3 alunos (7,5%) responderam que não. No quadro abaixo, evitando as evasivas, podemos observar as respostas dadas pelos alunos para questão:

Quadro 3.2 – Concepções sobre Leis de Newton

Aluno (s)	Respostas
01	“inércia, repouso e ação e reação.”
04 e 35	“inércia, ação e reação e repouso.”
05 e 31	“1- inercia 2-dinâmica 3-ação e reação.”
06	“Lei da ação e reação, Lei da Inercia, Lei da Dinâmica.”
08	“força; ação e reação e inercia.”
12	“Sim, velocidade e massa, inercia.”
13	“ F (força)= M (massa). A (aceleração) & P (peso)= M (massa). G (gravidade)”
16	“aprendi a lei da inércia, ação e reação e força resultante.”
18	“Aprendi sobre as três leis de Newton: Ação e reação, Inércia e Força”
20	“Lei da Inercia. Lei da Ação e Reação. Lei da Dinâmica.”
21	“força, repouso, ação e reação, inécia”
22	“Principio da dinâmica. A força resultante aplicada a um corpo produz uma aceleração a ela diretamente proporcional. Inércia. Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele.”
23	“Eu aprendi sobre Inércia, Dinâmica e Ação e Reação.”
24 e 25	“aprendi a lei da inercia, ação e reação e etc.”
30	“São três: Inércia, Ação e Reação, Força.”
32	“a lei da inercia, toda ação tem uma reação etc .”
34 e 36	“As 3 leis: ação e reação, inércia, força”
38	“Inércia, ação e reação e suas leis”

Fonte: Elaborado pelo autor

Na análise das respostas dadas, verifica-se que, com exceção de uma resposta que buscou definir inércia e o princípio fundamental da dinâmica, a maioria das outras respostas foram condensadas.

Com a questão 3 buscou-se identificar se para os alunos, os itens de segurança de um veículo possuíam relação com as Leis de Newton: 32 alunos (84,2%) responderam que sim enquanto que 6 alunos (15,8%) responderam que não. No quadro abaixo as respostas dos alunos:

Quadro 3.3 – Concepções Leis de Newton *versus* itens de segurança

Aluno (s)	Respostas
01 e 04	“cinto de segurança, abs, encosto para cabeça”
06	“Cinto de segurança, Freio, Air Bags”
12	“Air bag: Quando acontece um acidente o air bag infla pra você não bater com o rosto no volante”
13	“No caso do sinto de segurança, ele nos protege e acaba causando a lei da inércia. O nosso corpo tende a ficar em movimento uniforme. O cinto de segurança ele acaba sendo essa força que impede que nosso corpo continue nesse movimento do caso de uma freada brusca.”
16	“Air bag, abs e estado dos pneus”
21	“quando estamos em um carro e ele freia, sentimos como se fossemos jogados para frente”
22	“cadeirinha para crianças no carro”
23	“Nos pneus, cinto de segurança, etc.”
24	“bancos servem como ponto de referencia para a pessoa estar em repouso, cintos a mesma coisa.”
25	“Nos freios de um automóvel; no air bag; cinto de segurança; enfim, em todos os itens mencionados acima.”
30	“Quando o veículo freia, a tendência do passageiro é ir para a frente, como na inércia, e o cinto de segurança impede isso.”
32	“o air bag por exemplo meio que nos protege do impacto da inercia”
34 e 36	“O cinto de segurança com a inercia”
35	“No caso do encosto de cabeça se aplica a lei do repouso”

Fonte: Elaborado pelo autor

Não considerando as respostas sem sentido, os itens que os alunos mais relacionaram foram, o cinto de segurança, o *air-bag*, os freios ABS e o encosto para cabeça.

A questão 4 indagava sobre o conhecimento dos alunos sobre o assunto força de atrito: 21 alunos (55,3%) afirmaram que conheciam e 17 alunos (44,7%) responderam que não tiveram contato com o assunto força de atrito. O quadro abaixo mostra as respostas dos alunos sobre o que já apreenderam sobre força de atrito:

Quadro 3.4 – Concepções sobre força de atrito

Aluno (s)	Respostas
08	“é a força que faz a gente conseguir andar”
13	“Por exemplo, é como se estivéssemos em movimento, e quero frear, no caso para isso ocorrer é necessário que o pneu tenha um atrito com o asfalto ou com o chão.”
16	“Que o atrito precisa de algo áspero e também depende do estado dos pneus”
18	“Aprendi alguma coisa sobre isso nas leis de Newton”
21	“sempre que aplicarmos força a um corpo a sobre uma superfície, acabará parando”
23	“Que atrito é a tendência de algo deslizar sobre alguma coisa. Está presente quando andamos, pulamos, andamos de carro, etc.”
24	“se eu estiver certa, isso é sobre as leis de Newton também, o cálculo da força, que se eu não me engano é da unidade Newton”
30	“Atrito é uma força de um objeto com o chão, como a roda de um carro com o asfalto.”
33	“força que nos faz conseguir andar”
34 e 36	“Atrito é o que permite as coisas se moverem ou ficarem paradas, como um pneu que gira apenas em lugares que possuem atrito.”
35	“É o atrito que um objeto ou automóvel tem ao encostar no chão”
38	“Com a velocidade diminuiu quando entra em atrito e em pista molhada ela fica sem aderência.”

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as respostas, não foi possível verificar nenhuma que fosse coerente com a definição de força de atrito. Apenas citação de algumas situações reais possíveis de identificar a presença da força de atrito.

Na questão 5 tentou-se identificar se os alunos acreditavam haver relação nas situações do dia a dia do trânsito, com o conceito de força de atrito: 29 alunos (76,3%) responderam que sim, enquanto que 9 alunos (23,7%) responderam que não. Logo abaixo, evitando as evasivas como “não sei explicar”, “não lembro”, apresentamos as respostas dos alunos:

Quadro 3.5 – Concepções atrito *versus* situações de trânsito

Aluno (s)	Respostas
01 e 27	“o pneu em contato com o solo”
04	“as leis de newton, atrito entre o pneu e o solo, etc.”
05	“em freadas bruscas”
06	“Os pneus encostados no chão.”
08	“como a soma de vetores quando ultrapassa e vem um carro na sua direção”
12	“A soja que vai dos caminhões deixa pista (rua) fica molhado e pode acontecer um deslizamento”
16	“para um carro andar é preciso atrito do pneu com a estrada.”
20	“quando um carro em alta velocidade passa sobre uma lâmina de água ele sofre perda de atrito com o chão”
21	“quando você anda, quando um carro se locomove, quando empurra uma cadeira, utiliza o mouse”
22	“sim, com os pneus do carro em movimento”
23	“O desgaste dos pneus por conta do atrito com o solo.”
30	“Se o pneu do veículo estiver careca, automaticamente estará com menos atrito.”
33	“uma lâmina de água no asfalto e um carro em alta velocidade perderia o atrito com o solo quando passasse sobre a lâmina”
36	“Rotação do pneu”

Fonte: Elaborado pelo autor

Na análise das respostas percebemos que, a maioria dos alunos, relacionavam a força de atrito com a interação do pneu com a estrada. Interessante foi surgir nas respostas a questão da soja espalhada no asfalto da BR 280 pelos caminhões, situação local devido ao caráter graneleiro do porto, diminuindo o atrito em alguns pontos da rodovia.

Para questão 6, que visava verificar se os alunos diferenciavam o atrito estático do atrito cinético: 20 alunos (52,6%) afirmaram haver diferença entre atrito estático e cinético, enquanto 18 alunos (47,4%) responderam que não havia diferença. As respostas de como os alunos diferenciavam o atrito estático do cinético estão no quadro a seguir:

Quadro 3.6 – Concepções da diferença entre atrito estático e cinético

Aluno	Respostas
08	“que o estático é como o balão e o cinético e na roda do carro”
12	“Estático: ele atua sobre o objeto que dificulta ou impossibilita o início do movimento. O outro eu não lembro”
13	“A força estática é quando a força aplicada sobre o corpo para movimentá-lo é a mesma força de atrito do corpo com a superfície que está apoiada, deixando o corpo em repouso. A força cinética é quando a força aplicada é maior que a de atrito, fazendo com que o corpo se movimente. Assim o atrito é constante.”
18	“Atrito cinético é uma força que surge em oposição do movimento de objetos que estão se movendo. Força de atrito estático atua sobre o objeto em repouso e dificulta ou impossibilita que ele inicie o movimento.”
19	“estático é quando passamos o balão no cabelo e grudamos no papel”
23	“De que quando algo está parado, ela não sofre com o atrito. E quando ela está em movimento tem atrito.”
34	Estático é quando tem alguma força que dificulta ou anula a possibilidade de movimento e cinético é quando tem uma força que ajuda com que o objeto se mova
36	“Estático: atua sobre o objeto dificultando ou impossibilitando o início do movimento; Cinético: É uma força que surge na oposição de objetos que estão se movimentando.”

Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar de não surgir respostas plenamente desprovidas de erros, houve tentativas interessantes de diferenciar atrito estático de cinético. Mais curioso foi a confusão de atrito estático com eletricidade estática.

A questão 7 indagava sobre o conhecimento dos alunos acerca de resultante centrípeta: 8 alunos (21,1%) afirmaram que conheciam e 30 alunos (78,9%), responderam que não tiveram contato com resultante centrípeta. O quadro abaixo mostra as respostas dos alunos:

Quadro 3.7 – Concepções sobre resultante centrípeta

Aluno	Respostas
08	“e o que faz o carro não voar na curva”
18	“É uma força que puxa o corpo para o centro em um movimento circular.”
30	“É a força que permite os veículos fazerem curvas.”

Fonte: Elaborado pelo autor

Sem considerar as respostas vagas como, “não sei responder”, estas acima consideraram a resultante centrípeta como uma força.

Com a questão 8 buscou-se identificar se há situações vivenciadas em no trânsito que poderiam ser relacionadas com o conceito de resultante centrípeta: 10 alunos (26,3%) responderam que poderiam, enquanto que 28 alunos (73,7%) responderam que não. Excluindo as respostas vagas, segue abaixo algumas passíveis de análise:

Quadro 3.8 – Concepções centrípeta *versus* situações de trânsito

Aluno	Respostas
08	“É o que faz o carro não voar na curva.”
30	“Quando o carro faz a curva. Ou quando o veículo está muito rápido e não consegue fazer a curva.”
34	“Porque quando se faz uma curva a força centrípeta é uma força que tende a jogar o carro pra dentro da curva.”
18	“Em uma batida de carro, fazendo com que o carro rode em movimentos circulares”

Fonte: Elaborado pelo autor

Entre as respostas menos incoerentes, as listadas acima, percebemos que houve a associação da resultante centrípeta com a execução de curvas por veículos.

Na questão 9 verificou-se o conhecimento dos alunos sobre o conceito de energia cinética: 17 alunos (44,7%) afirmaram que tiveram contato com o tema, e 21 alunos (55,3%) responderam que não tiveram contato com o assunto energia cinética. O quadro mostra as respostas dos alunos:

Quadro 3.9 – Concepções sobre energia cinética

Aluno (s)	Respostas
01	“Energia dos corpos em movimento.”
04	“energia do movimento dos corpos”
14	“É energia de movimento.”
16	“cinética é a energia de movimento”
18	“É a forma de energia que os corpos se movimentam”
23	“Que energia cinética é a energia que um corpo possui enquanto está em movimento.”
24 e 32	“Energia cinética, é a energia que os corpos em movimento possuem.”
34 e 36	“É a energia um corpo se movendo”

Fonte: Elaborado pelo autor

Nas respostas acima percebemos nitidamente a proximidade com a linguagem clássica dos livros didáticos. Também podemos ressaltar que além de muito simplificadas, em nenhuma resposta aparecem as grandezas massa ou a velocidade.

Com a questão 10 buscou-se verificar se os alunos conseguiam relacionar situações do cotidiano do trânsito de veículos com o conceito físico de energia cinética: 20 alunos (52,6%) responderam que sim enquanto que 18 alunos (47,4%) responderam que não. No quadro a seguir, além das respostas de sentido vago como, “não sei como”, “nunca aprendi” e “não tenho resposta”, logo abaixo seguem algumas respostas das respostas dadas pelos alunos:

Quadro 3.10 – Concepções energia cinética *versus* trânsito

Aluno (s)	Respostas
01 e 23	“Os carros em movimento.”
04	“o movimento do carro”
08	“é o que tem no pneu do carro”
13	“É a forma de energia que os corpos em movimento possuem. É proporcional à massa e à velocidade da partícula que se move.”
14	“Sim, pois os veículos se movimentam.”
16	“Sim pois os carros precisam de energia cinética para o movimento.”
18	“Um carro andando por exemplo.”
19	“pneu com o solo”
24	“um carro em movimento, possui fontes de energia cinética”
25	“No cinto de segurança e nos freios, por exemplo”
33	“quando o carro está em movimento a energia cinética ocorre”
34	“Se um carro se move muito rápido com um grande acumulo de energia cinética tem mais dificuldade de parar”

Fonte: Elaborado pelo autor

Em síntese, e novamente não considerando respostas como “nunca aprendi”, “não tenho resposta” e “não sei como”, ficou notório que a maioria relacionou a energia cinética com um carro em movimento, porém ninguém descreveu a relação da energia cinética com o quadrado da velocidade.

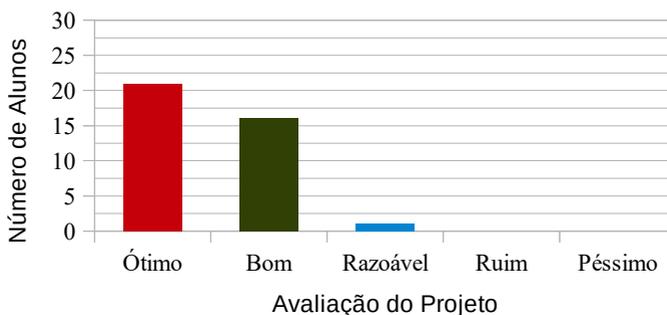
A questão 11 indagava sobre o conhecimento dos alunos sobre o assunto quantidade de movimento. Do total de respondentes, 10 alunos (26,3%) afirmaram que já conheciam o assunto e 28 alunos (73,7%) responderam que não tiveram contato com o assunto quantidade de movimento. Apesar de 10 alunos responderem sim, que já tiveram contato com o assunto quantidade de movimento, apenas 1 conseguiu definir como produto da massa pela velocidade, os demais apresentaram respostas sem sentido como, “é o movimento contínuo”, “Se eu não me engano, é assim: Quanto mais rápido você está, maior será o impacto”.

Na questão 12 apesar de 14 alunos (36,8%) terem respondido ser possível relacionar situações de trânsito com o conceito quantidade de movimento, no momento de descrever como se faria essa relação, nenhuma resposta foi satisfatória, ou se aproximava disso.

Dando continuidade na análise da aplicação do produto na turma-piloto, descreveremos como ocorreram as aulas previstas na sequência didática. Neste ponto, afirma-se que as aulas transcorreram justamente como foi previsto no tópico 3.2 deste capítulo. Foram utilizados todos os *slides* que estão disponibilizados como apêndice do material de apoio ao professor localizado ao final deste trabalho. Porém, quando analisamos o desenvolvimento das aulas, destaca-se que em alguns momentos foi encontrada dificuldade em abordar alguns conceitos, principalmente quando estes conceitos eram abordados de forma *ad hoc*, ou seja, definidos para interpretação daquela situação específica. Mesmo que isto fosse previsto nas aulas, as definições dos conceitos foram abordados de forma mais superficial ou com uma relativa profundidade menor que o necessário. Ainda como análise na aplicação da sequência, aula por aula, podemos reconhecer que em determinados momentos, principalmente os previstos na aplicação do conhecimento, os alunos participavam de forma mais passiva do que algumas frentes pedagógicas recomendam. Nestes referidos momentos o professor atuou mais como interlocutor, usando mais a forma expositiva dialógica do que mediando o conhecimento tratado, ou seja, deixando os alunos por si buscarem.

Na sequência do texto serão apresentados, através de gráficos, os aspectos quantitativos das respostas do questionário de caráter objetivo, na forma de quadros, as respostas descritivas apresentadas pelos alunos no formulário aplicado após o desenvolvimento das aulas previstas na sequência didática.

Na primeira questão os alunos foram indagados como avaliavam, em âmbito geral o projeto. Reconhecendo a existência das possíveis distorções nas respostas dadas pelos alunos devido ao viés do professor pesquisador, já evidenciadas anteriormente no texto e a não utilização de perguntas indiretas o que poderia amenizar este problema ético na pesquisa, o gráfico a seguir mostra o número de alunos *versus* as respostas dos alunos quanto a avaliação do projeto em âmbito geral.

Gráfico 1 – Número de alunos *versus* Avaliação do projeto

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro abaixo apresenta as respostas referentes à primeira questão, com os elogios e críticas referentes ao desenvolvimento do projeto.

Quadro 3.11 – Elogios e críticas ao desenvolvimento do projeto.

Aluno	Respostas
01	“Achei legal e útil, porém observei algumas dificuldades quanto a compreensão do conteúdo porque acredito que principalmente as fórmulas foram passadas de maneira vaga sem muito aprofundamento.”
02	“Foi bom pois tivemos um bom entendimento da matéria”
03	“foi ótimo pois ajudou a vermos conceitos físicos no dia dia”
04	“O projeto é muito importante para a conscientização e aprendizado sobre a física no trânsito.”
05	“Foi bom pois nos ajudou a entender como a física é importante até no trânsito e na vida.”
06	“As fórmulas e os conceitos físicos foram muito bem explicados dentro do assunto de trânsito, deixando muito claro a semelhança entre esses dois.”
07	“foi bom aprender mais sobre o trânsito enquanto a gente aprende física.”
08	“Foi bom pelo fato de eu ter aprendido mais mas não foi ótimo porque foi bom”

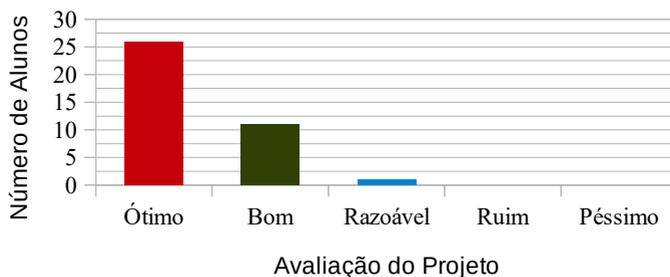
09	“As aulas são ótimas e engraçadas; vejo que meu rendimento esta ótimo, mais tenho que me debruçar um pouco mais. O professor esta de parabéns dando uma matéria - que para muitos é chata - usando um método de ensino criativo e legal.”
10	“achei o projeto muito educativo sobre as leis da física”
11	“Muito legal a dinâmica da aula”
12	“Na minha opinião eu gostei bastante desse projeto,por que eu não conhecia a maioria das coisas, é agora eu conheço melhor.”
13	“O projeto é importante para conscientização e aprendizado sobre física e seu uso no trânsito e no nosso cotidiano.”
14	“É importante para o dia a dia no trânsito.”
15	“foi legal pois aprendi coisas sobre o trânsito”
16	“É muito importante aprender como a física se relaciona com o trânsito.”
18	“Achei o projeto muito legal e interessante, gostaria de participar de mais projetos assim”
19	“Serve também como uma orientação para futuros motoristas”
20	“muito bom para mim não precisa melhorar nada.”
21	“Bom pois nos conscientiza do que pode acontecer ao nosso dia a dia com o trânsito”
22	“é um bom projeto, mais achei meio comum, pensei q sairia mais da rotina de estudos”
23	“Eu achei o projeto razoável porque eu não consigo entender muito bem a explicação do professor.”
24	“É importante aprender Física, e mais ainda educando para o trânsito, coisa que nem todos aprendemos, eu por exemplo, não sei andar no centro.”
25	“O projeto tem utilizado de experiência pública para abordar os temas físicos. Os alunos tem se mostrado muito interessados nas aulas, uma vez que esta é apresentada de maneira dinâmica.”
26	“achei que foi bem legal e interessante, um aprendizado diferente”
27	“O projeto é ótimo, apenas deveria ter mais participação dos alunos (criação de mais exercícios e etc, pois assim não estamos exercitando o

	que aprendemos.”
29	“gostei do projeto por saber que não só as leis de trânsito tem lógicas e razões para tudo mas também nas coisas simples da nossa vida”
30	“Projeto muito bom e bem explicado”
31	“interessante pois apresenta uma proposta diferenciada das outras escolas”
32	“E uma dinâmica interessante”
33	“O projeto nos dá uma prévia muito interessante sobre os conceitos físicos nos quais, com certeza, iremos utilizar em algum momento de nossa vida”
34	“O projeto age de forma construtiva no âmbito de desenvolver um conhecimento prévio sobre como funcionam algumas partes de um veículo, visando melhor entendimento do motorista e/ou futuro motorista sobre seu meio de transporte.”
35	“O projeto é bom pois nos ajuda a dar mais atenção as coisas relacionadas ao trânsito”
37	“a partir de agora teremos mais consciência no transito sabendo de alguns problemas que ocorrem e suas causas”
38	“Ajuda a relembrar o conteúdo que já foi me passado e também, com certeza, para as pessoas que não sabia, assim ajudando os dois lados”

Fonte: Elaborado pelo autor

Foram excluídas três respostas onde apareceu apenas “bom”, “..” e “Sim”. Para além dos comentários elogiosos sobre o desenvolvimento do projeto, percebe-se que os estudantes gostaram pela contextualização dos conceitos físicos com situações do cotidiano, como na resposta do aluno 19 afirmando que serviu também para formação de futuros motoristas. No entanto, tivemos as respostas bastante críticas como as do aluno 1, afirmando que as expressões ficaram vagas, e do aluno 22, que achou o projeto meio comum e esperava que sairia mais da rotina de estudos.

Na segunda questão foi solicitado que os alunos opinassem sobre a forma como os conteúdos de física foram contextualizados com situações de trânsito. Novamente, desconsiderando o fato do professor pesquisador, o gráfico 2 mostra como ficou a distribuição das respostas para esta questão.

Gráfico 2 – Número de alunos *versus* Contextualização

Fonte: Elaborado pelo autor

No quadro abaixo veremos as respostas dos alunos referentes à classificação da forma como foram contextualizados os conceitos da física em situações de trânsito.

Quadro 3.12 – Forma de contextualização dos conceitos da física no trânsito

Aluno	Respostas
01	“Tivemos bastante videos que exemplificaram a relação da física e do trânsito, o que facilitou a compreensão.”
04	“Pois os assuntos foram tratados de um jeito excelente, com as problematizações e videos.”
06	“O que eu aprendi hoje em física, com certeza irei utilizar no meu futuro quando eu estiver cara a cara com um volante devido ao fato do professor utilizar uma linguagem entendível para contextualizar Física em situações normais de transito que irei utilizar mais tarde.”
07	“além de aprender o conteúdo de física a gente tbm aprende sobre o transito.”
12	“Por que eu não sabia nada sobre as situações em trânsito. Agora que eu conheço melhor as situações do Trânsito eu vou ficar contando mil e um mil e dois na BR 280”
16	“Foram mostradas fórmulas para calcular as forças importantes do trânsito.”
18	“Muito boa, eu vi muitas coisas legais, muito interessante, aprendi como

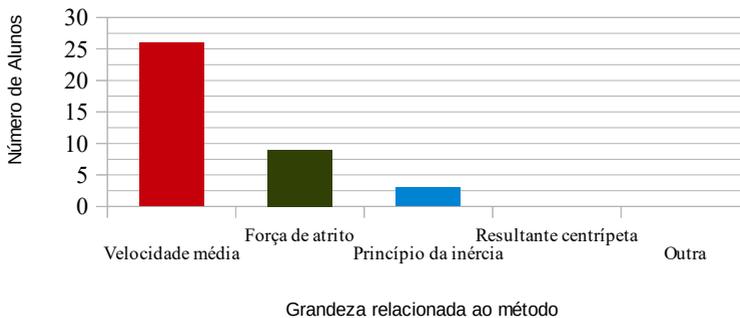
	vou usar a física no meu dia a dia”
19	“Pois orienta sobre os possíveis perigos no trânsito e maneira de evitar”
23	“Eu acho que quando nós aplicamos o conhecimento adquirido na escola no cotidiano, torna tudo mais interessante.”
25	“O projeto tem utilizado de experiência pública para abordar os temas físicos.”
29	“achei bom o jeito que foi explicado as leis da física no trânsito mas teve algumas coisas que ficou muito vago e sem sentido.”
38	“A parte de explicações sempre era muito esclarecido, os vídeos ajudaram muito, os exercícios também”

Fonte: Elaborado pelo autor

Não considerando as jocosas, percebemos que nas respostas sobre a forma como os conceitos de física foram contextualizados em situações de trânsito, surgiram menções ao uso dos vídeos no auxílio da organização do conhecimento, as problematizações provocadas para abordar as temáticas das aulas e os exercícios propostos.

Sobre a questão três, que abordava o método dos dois segundos, foi indagado qual das quatro grandezas listadas, com oportunidade ainda de indicar outra, estaria diretamente relacionada com o método. O gráfico 3 apresenta como ficou a distribuição das respostas dos alunos.

Gráfico 3 – Número de alunos versus Grandeza física



Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro a seguir mostra as respostas dadas pelos alunos de como relacionavam a grandeza física selecionada com o método dos dois segundos.

Quadro 3.13 – Grandeza física relacionada com o método dos dois segundos

Aluno	Respostas
01	“quanto maior a velocidade, é necessário maior tempo para o carro parar.”
03	“um corpo em movimento tende a permanecer em movimento e quanto maior a velocidade mais tempo ele vai demorar para chegar a 0 km”
04	“quanto mais a velocidade mais tempo o veículo leva para parar o carro, sendo muito importante manter uma distância segura de outros veículos.”
05	“A partir do método dos 2 segundos temos como estabelecer uma distância segura dos outros carros.”
06	“tem haver com o sistema de frenagem (para evitar que um veículo bata no que está a sua frente), e este está relacionado com a força de atrito.”
09	“Para que se mantenha em uma distancia segura.”
10	“2s e o tempo que o motorista leva para tomar uma decisão e também mantém uma distancia segura”
11	“a distância de seguimento ajuda para acaso o carro parar bruscamente e não bater no outro carro, e a força de atrito ajuda na frenagem.”
12	“Por que depende da velocidade que você está. Ou se está muito próximo do veículo a sua frente”
15	“é para o carro ficar em uma determinada velocidade que em media dura 2 segundos para que n haja acidentes”
16	“Quando o carro freia é necessário este espaço de 2 segundos para que o carro pare.”
18	“é a força de contato que atua sempre que dois corpos entram em choque e há tendência ao movimento.”
21	“Esta relacionada com o espaço percorrido por um automóvel com intervalo de tempo gasto no percurso”
22	“o tempo que leva para ter a ação de atrito do pneu com o asfalto e o carro parar”
23	“Porque quanto maior a velocidade, maior é a distância percorrida e em

	menos tempo. Então há uma necessidade de haver uma distância entre os carros (que nesse caso é medido em segundos) para que não haja o perigo de os dois carros colidirem.”
24	“Um corpo em movimento tende a permanecer em movimento se não houver uma força resultante agindo sobre ele, de modo que de dois à quatro segundos dê tempo suficiente para que o carro pare em possível segurança.”
25	“Contando os segundos têm-se a ideia de distância que deveríamos estar de um automóvel. Para utilizar este método deve-se escolher um referencial e iniciar a contagem logo a pós o veículo a frente passar por este. Parasse de contar quando o nosso veículo passar pelo referencial.”
29	“que para ter uma boa distancia tem que haver o espaço percorrido e por mais que tenha uma boa distancia dependendo da velocidade pode continuar a andar muito em um pequeno espaço de tempo.”
30	“Pois no veículo existe o sistema de frenagem, com e sem ABS, e os dois segundos são o tempo ideal para a frenagem.”
31	“devemos manter uma distancia segura do automovel que esta em sua frente em caso de frenagem brusca.”
32	“os 2 segundos ajuda para se acaso o carro parar bruscamente ele evita de bater no carro da frente”
33	“pois quanto maior a velocidade do seu carro maior será a distância que deverá ser mantida do carro da frente”
34	“É necessário manter uma velocidade média para poder utilizar da "distância de segmento”
35	“A velocidade media está relacionada com o espaço percorrido por um móvel com o intervalo de tempo gasto no percurso”
36	“É necessário manter uma velocidade média para poder utilizar da "distância de segmento" porque só assim consegue-se ter uma linha de referência.”

Fonte: Elaborado pelo autor

No fundo todas as grandezas listadas podem ser relacionadas ao método dos dois segundos. No entanto, podemos considerar que mais diretamente o método dos dois segundos está relacionado ao conceito de velocidade média estabelecendo uma distância segura para ser mantida

entre veículos que trafegam no mesmo sentido. Analisando as respostas, verificamos tentativas de explicação de como os conceitos escolhidos se relacionaram com o método dos dois segundos. Porém, foram poucos os alunos que responderam concisamente as perguntas.

Quanto à questão 4, que perguntou se a obrigatoriedade do uso de cinto de segurança e do encosto para cabeça em automóveis de passeio, poderiam ser relacionadas a algum conceito físico, todos responderam sim. Nas respostas, que seguem no quadro abaixo, perceberemos que em bloco os alunos relacionaram ao princípio da inércia.

Quadro 3.10 – Conceitos físicos relacionados ao cinto e encosto de cabeça

Aluno	Respostas
02	“inércia, pois tudo tende a continuar no estado em que se encontra (cabeça no encosto, e tronco no cinto)”
05	“Princípio da inércia, pois em uma batida quando um carro para bruscamente o passageiro tende a continuar em movimento e o cinto e o encosto impedem que isso aconteça, protegendo o passageiro de lesões graves”
10	“o cinto ajuda o corpo a permanecer em repouso durante uma freadagem, e o encosto evita que a cabeça vá para praiz e quebre o pescoço na hora da freadagem”
14	“é comum o relato do efeito chicote nos passageiros do veículo que foi atingido, por exemplo o cinto protege o corpo mas não a cabeça e o pescoço.”
15	“sim umas das leis de Newton mostra até mais vou explicar o que eu sei: quando por exemplo um homem dentro de um carro em uma velocidade determinada para o veiculo rapidamente o carro para mas o corpo dele fica na mesma velocidade que o carro e acaba indo para frente ou se o carro esta parado e ele acelera e seu corpo esta em repouso ele tente a ficar em repouso ou seja o encosto para a cabeça é para quando o carro acelerar ele não ir com a cabeça para traz brutalmente.”
16	“Primeira lei de Newton, pois, o corpo dentro do carro que está em movimento continuará em movimento até que outra força (cinto) o pare.”
23	“Pode ser relacionado com a lei da Inércia, porque quando um carro bate, há uma tendência de o motorista se deslocar para frente, mas ao usar o cinto de segurança ele impede que o motorista seja deslocado do banco.”

24	“Como na resposta acima, mostra-se a Lei de Newton sobre o princípio da inércia, o cinto quebra a tendência de continuar em movimento, junto com o encosto para a cabeça que impede possíveis lesões no pescoço.”
25	“Inércia, pois o passageiro, mesmo dentro do automóvel, permanece em movimento em relação ao chão.”
29	“por o carro estiver em movimento mas o corpo em movimento em relação ao carro, tudo que estiver em movimento tende a estar em movimento, ou seja se o carro bater em uma árvore por exemplo o corpo seria jogado para frente mas com o cinto ele continua no mesmo local e o encosto para cabeça faz a cabeça não ser jogada para traz e quebrar o pescoço”
30	“Pela Lei da Inércia. Pois quando o carro freia a tendência do nosso corpo é continuar em movimento.”
34	“Inércia. Quando o carro está parado e sofre uma colisão pela parte traseira, o encosto serve para não deixar a cabeça do motorista e/ou passageiros irem para trás, podendo ocasionar alguma fratura. O cinto de segurança serve para segurar o motorista e/ou passageiros a ficarem juntos ao banco, fazendo com que motoristas e/ou não sofram impactos com o painel do veículo e/ou com os bancos dianteiros.”
37	“tem haver com a inercia, porque o corpo tende a estar em movimento, sobre o encosto da cabeça, a cabeça acompanha o corpo em batida traseira com velocidade alta“
38	“De uma forma isso ajuda na segurança, se ocorrem uma frenagem brusca o cinto protege e ocorrer uma batida traseira”

Fonte: Elaborado pelo autor

Pelas respostas apresentadas no quadro acima, descartando as mais condensadas como somente “inércia”, percebe-se que um número significativo de alunos relacionaram de forma concisa o princípio da inércia com a necessidade utilização do cinto de segurança e do encosto para cabeça, dando explicações de como os itens de segurança buscam atender aos princípios físicos que todos os passageiros, dentro de um veículo, estão obrigatoriamente submetidos.

Na questão 5 os alunos responderam se existia diferença entre atrito estático e atrito cinético. Idêntico ao que aconteceu na questão anterior 100% dos alunos responderam sim. No quadro a seguir, não

considerando as supercondensadas, até corretas, do tipo “estático varia cinético constante”, temos as respostas apresentadas pelos alunos sobre como diferenciavam atrito estático e o atrito cinético.

Quadro 3.15 – Como diferenciaram atrito estático de atrito cinético

Aluno	Respostas
03	“atrito cinético é uma força que surge em oposição ao movimento de objetos que estão se movendo/atrito estático atua sobre o objeto em repouso e dificulta ou impossibilita que ele inicie o movimento.”
05	“No estático não há deslizamento e a roda não trava, já no outro acontece essas coisas”
07	“a roda trava e o cinetico e o estatico ela trava e solta assim a roda n trava”
08	“O cinético desliza e o estático ele roda”
09	“O cinético vai ate o máximo e se mantém enquanto o estático varia de máximo a 0.Ex: sem ABS cinético e com ABS estático.”
10	“cinético tem movimento entre os atritos, estático não tem movimento entre os atritos.”
11	“atrito cinético é um atrito constante: existe movimentação contra superfície. o atrito estático varia até um valor máximo e não existe movimentação contra a superfície.”
14	“a força de atrito estático ela usa a massa para aplicar o atrito e vc usa uma força mas o objeto n se move em quanto o cinético vc vence a força de atrito com uma força maior e ele começa a se movimentar.”
18	“Força de atrito estático atua sobre o objeto em repouso e dificulta ou impossibilita que ele inicie o movimento. Força de atrito cinético é uma força que surge em oposição ao movimento de objetos que estão se movendo”
19	“estático é como um carro sem freio ABS, ele trava a roda fazendo o motorista perder o controle do veiculo. Já o cinético é como um carro co freios ABS que não trava completamente a roda podendo então dar o controle do carro ao motorista”
21	“Estático é quando algo está em movimento constante e cinético é sempre que existir relação de movimento entre as superfícies”
22	“estática ocorre quando a força aplicada é igualada pela força de atrito,

	tendo assim sua intensidade variável, cinética ocorre quando a força aplicada é maior q força de atrito em destaque, ocorre quando os corpos estão em movimento”
24	“O atrito estático, é a tendência de manter o corpo em repouso e o cinético, de manter o corpo em movimento relativo.”
27	“A diferença é que uma possui ABS e outra não. A distância para frenagem em uma é maior que para outra.”
29	“no cinético tem movimentação entre os atritos, e estático não tem movimentação nos atritos”
30	“O estático a roda do carro não desliza, e o cinético desliza.”
31	“o cinético trava no momento em que a frenagem ocorre, já o estático não.”
32	“o estático tem abs e o cinético não”
33	“estático a roda inteira entra em contato com o asfalto e por esse motivo a derrapagem não ocorre/// Somente uma parte da roda está em contato com o chão fazendo.”
34	“Cinético contém movimentação entre as superfícies, permanecendo constante. Estático varia de superfície causando assim uma melhor frenagem.”
35	“O cinético é sem abs, ou seja, as rodas do carro travam completamente o estático as rodas continuam rodando mas de forma diminuída”
38	“Estático a roda inteira se trava na hora da frenagem e o cinético a roda vai travando aos poucos”

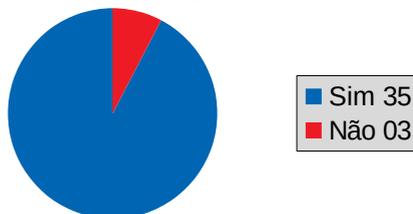
Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando as respostas acima verifica-se que houve apropriação de conhecimento nos alunos sobre a definição da força de atrito, bem como a diferenciação entre o atrito estático e o atrito cinético e, o que é ainda mais importante e que não fora perguntado neste momento, o estabelecimento de relação entre os diferentes tipos de atritos com frenagens com e sem ABS.

Agora sim, com a questão 6 foi verificado se alunos relacionavam os sistemas de frenagem de veículos, com ou sem ABS, com os

diferentes tipos de atrito, estático ou cinético. Dentre os 38 alunos, 35 responderam sim e 3 não. No gráfico 4 percebemos esta representação.

Gráfico 4 – Relacionaram sistemas de frenagem com diferentes atritos



Fonte: Elaborado pelo autor

Para alguns alunos a resposta descritiva para esta pergunta foi redundante, pois na questão anterior já haviam relacionado os diferentes atritos com as frenagens com e sem ABS. O quadro abaixo apresenta as respostas dos alunos sobre como relacionavam os diferentes atritos com as frenagens com e sem ABS.

Quadro 3.16 – Como relacionaram sistemas de frenagem com diferentes atritos

Aluno	Respostas
01	“sem abs é cinético onde há deslizamento da roda (constante), com abs é o estático onde não há deslizamento da roda (varia).”
04	“O freio com ABS está relacionado com o atrito estático, onde a força aplicada ao corpo, mantém ele em repouso, a roda hora está em repouso hora em contato a superfície. Já sem os freios ABS está relacionado com o atrito cinético, onde a roda desliza pelo asfalto, estando sempre em contato com o solo.”
07	“os dois travam a roda porem o estatico trava e solta ate o carro parar.”
13	“O freio com ABS está relacionado com o atrito estático, onde a força aplicada ao corpo, mantém ele em repouso, a roda hora está em repouso hora em contato ao chão. Já sem os freios ABS está relacionado ao atrito cinético, onde a roda desliza pelo asfalto, estando sempre em contato com o solo.”
14	“com ABS ele não trava e sem ABS ele trava.”

15	“quando o carro está sem abs ele usa a força de atrito cinética e quando está com o abs ele usa a força estática”
19	“cinética (com ABS) trava a roda de forma gradativa. já o estático (sem ABS) trava a roda de forma contínua”
21	“Atrito Estático é com ABS onde se pode parar facilmente em uma freagem (constante) e Atrito cinético sem ABS derrapa após uma freagem (varia entre o valor máximo)”
23	“Com ABS: As rodas não travam e o atrito é estático porque as rodas vão atritando com o solo em diferentes partes. Sem ABS: As rodas travam e o atrito é cinético, porque a roda atrita com solo em apenas uma parte.”
25	“Com ABS as rodas não são travadas, diferentemente do sem ABS que trava as rodas. Por isso, com ABS o motorista tem a possibilidade de mover o automóvel mesmo enquanto freia.”
27	“Sem ABS as rodas ficam “bloqueadas” ou seja acabam fazendo com que o espaço de frenagem seja maior. Enquanto o estático acaba com um tempo de frenagem menor, por possuir ABS.”
34	“Com ABS o atrito é estático fazendo com que troque a superfície entre o pneu e o chão. Sem ABS o atrito entre as superfícies é constante fazendo com que o pneu escorregue gerando uma distância maior de frenagem.”
37	“com abs: o pneu permanece constante no atrito estático durante a frenagem permitindo a movimentação do carro. sem abs: permanece cinético pois na hora da frenagem o pneu bloqueia qualquer tipo de movimentação.”

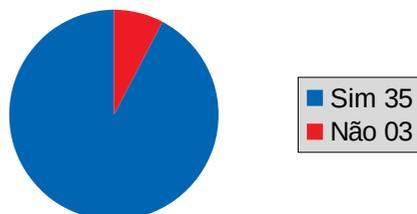
Fonte: Elaborado pelo autor

Observando as respostas verificamos que houve a associação dos sistemas de frenagem, com e sem ABS, com o atrito estático e cinético, respectivamente. Porém, podemos destacar que a diferença entre o atrito estático e atrito cinético ocorre somente quando comparamos frenagens, com as rodas travadas (atrito cinético – sem ABS), e frenagens, sem que as rodas travem (com ABS e sem ABS até que as rodas travem). Apesar de algumas respostas não apresentarem este sutil detalhe, parece-nos implícito que os alunos reconhecem que de fato a diferença está na possibilidade, ou não, das rodas travarem durante uma frenagem.

Para questão 7 foi verificado se os alunos entendiam que a força de arrasto dependia da velocidade de deslocamento de um veículo.

Como aconteceu na questão anterior, 35 alunos responderam sim e 3 alunos responderam não. O gráfico 5 representa essa distribuição.

Gráfico 5 – Consideraram a dependência da velocidade no arrasto



Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, aos alunos que reconheceram a dependência da velocidade na força de arrasto, foi solicitado que descritivamente fosse respondido qual era a relação de proporcionalidade. Se era diretamente proporcional, inversamente proporcional, ou possuía uma relação quadrática. No quadro seguem as respostas apresentadas pelos alunos.

Quadro 3.17 – Como reconheceram a dependência do arrasto com a velocidade

Aluno (s)	Respostas
01	“havendo uma velocidade relativa entre um fluido e um corpo, o corpo é submetido a força de arrasto que se opõe ao movimento relativo e aponta no sentido do movimento do fluido em relação ao corpo.”
02	“Quadrática, a velocidade dobra de acordo com a força”
04	“Pois a área do objeto voltada para o movimento também tem uma influência importante na resistência do ar.”
05	“Com o aumento da velocidade maior ao quadrado será a força de arrasto. Dependência quadrática.”
07, 13 e 31	“porque a área de um objeto também influência importante na resistência do ar”
08	“Porque tem velocidade na fórmula”
09	“Ela é quadrática, a velocidade ao quadrado.”
10	“depende da velocidade e do formato do veículo.”

11 e 23	“quanto maior a velocidade de deslocamento maior o arrasto.”
12	“Por que depende da velocidade que o veículo estiver, então significa que o vento ajuda ele.”
15	“quanto mais velocidade mais a força de arrasto sera forte”
19	“A força de arrasto se opõe a velocidade do veiculo”
21	“Havendo uma velocidade relativa entre um fluido e um corpo, o corpo é submetido a força de arrasto que se opõe ao movimento do fluido em relação ao corpo”
24	“Quanto maior a velocidade média, maior será a sua força de arrasto.”
25	“inversamente proporcional”
27	“Sim pois quanto maior a velocidade maior a resistência exercita pelo ar (força de arrasto)”
28	“quanto maior for a velocidade maior ao quadrado é a velocidade de arrasto”
32	“sim porque quanto maior a velocidade maior a força de arrasto”
33	“é quadrática então quanto maior a velocidade ao quadrado seria a resistência do ar”
34	“Conforme aumenta a velocidade do veículo, maior é esta força ao quadrado, sendo a mesma inversamente proporcional.”
35	“Sim, quanto maior for a velocidade do carro, maior o arrasto que ele está tendo seria a quadrática”
37	“quadrática a velocidade dobra de acordo com a força”
38	“Diretamente proporcional”

Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando as respostas percebemos que, apesar de terem optado pela dependência atribuída ao arrasto da velocidade, algumas foram inconsistentes como as 08, 25 e 38, já em outras percebemos que os estudantes consideraram a relação com a força de arrasto com outras grandezas como área efetiva de contato.

Na questão 8, afirmando que quando está executando uma curva um veículo é submetido a uma resultante centrípeta, foi indagado se um

veículo poderia executar uma curva com qualquer velocidade. Dos 38, alunos apenas 1 respondeu sim, demonstrando que não entendera sobre os limites da velocidade para execução de uma curva. Em seguida, para os alunos que responderam não, foi solicitado que escrevessem do que depende a velocidade com que um veículo poderia executar uma curva.

Quadro 3.18 – Grandezas de que depende a velocidade na execução de curvas

Aluno (s)	Respostas
01	“se ele estiver muito rápido a resultante centrípeta age mais sobre ele o que o impede de realizar a curva.”
02	“Dá massa do veículo e dá aceleração centrípeta”
04	“Pois com uma grande velocidade o veículo não estabelece uma força de atrito com a superfície, acaba ocorrendo algum acidente.”
05	“Depende do ângulo de curvatura da curva, e do atrito.”
06 e 11	“Se a curva for mais fechada, o veículo deve diminuir sua velocidade para poder realizar a curva com segurança.”
08	“Porque se nao o veiculo sai da curva pela tangente”
09	“O movimento em curva e linha, quando mais fechado for a curva a velocidade tem que ser menor.”
12	“Depende da acentuação da curva, pois se ele estiver muito rápido e executar uma curva a resultante centrípeta vai jogar ele para o outro lado da pista”
13	“Porque com uma grande velocidade o veículo não estabelece uma força de atrito com a superfície e acaba ocorrendo algum acidente.”
15	“se o veiculo estiver muito rápido ele pode se perder na curva por isso deve ser devagar para executar uma curva e tem a resultante centrípeta”
19	“Do ângulo da curva; se o veiculo possui freios ABS ou não; se esta chovendo ou se possui algo q possa fazer o veiculo deslizar podendo gerar um acidente”
20	“porque dependendo da velocidade, for uma velocidade muito grande o veiculo vai em linha reta e o motorista não vai conseguir controlá-lo.”
21	“O raio da curva”
22	“depende de em quantos graus é a curva, porque dependendo da

	velocidade o carro pode sair da pista”
23	“Para que um corpo realize uma curva com eficiência, é preciso que o motorista diminua a velocidade do veículo.”
24	“Existem curvas perigosas demais para realizar em qualquer velocidade, algumas de leve podem ser feitas só diminuindo um pouco, agora outras, tem que ser em uma velocidade mais suave.”
25	“Depende do ângulo de curvatura da estrada pelo qual o veículo irá passar. Seguindo esta linha de raciocínio, concluímos que para fazer uma curva com ângulo muito fechado, por exemplo, o veículo precisa estar em baixa velocidade.”
26	“se a velocidade for alta a força centrípeta age mais e impede que o carro realiza a curva com sucesso”
27	“Não pois, depende muito, o tamanho da curvatura da curva a velocidade em que você está indo e etc.”
30 e 35	“Depende do raio da curva e do atrito.”
31	“porque com uma grande velocidade o veículo não estabelece uma força de atrito com a superfície e acaba ocorrendo algum acidente.”
32	“dependendo da curva o motorista vai precisar frear mais”
33	“depende do atrito que o veículo se encontra com o chão”
34 e 36	“Quanto mais fechada a curva, menor a velocidade para executá-la”
37	“da massa do veículo e da aceleração centrípeta”
38	“Depende do acentuamento dela”

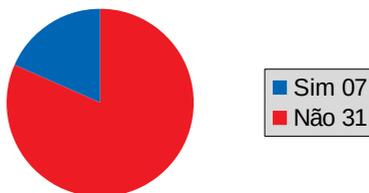
Fonte: Elaborado pelo autor

Talvez devido à forma como a questão foi elaborada, ou devido aos conflitos cognitivos provocados no aprendizado do conteúdo, percebe-se que, em grande número, as respostas dos estudantes ficaram no campo do senso comum. Portanto, conseguimos identificar algumas respostas concisas, quando os alunos consideraram que a velocidade limite para execução de uma curva dependeria do raio da curvatura e do “atrito” dos pneus.

Com a questão 9 buscou-se verificar se os alunos reconheciam a relação quadrática da velocidade na energia cinética. Assim, foi

indagado se ao dobrar a velocidade de um veículo, a energia cinética também seria dobrada. Dentre os 38 alunos, 31 responderam não e 7 responderam erroneamente sim. O gráfico 6 representa esta distribuição.

Gráfico 6 – Se a energia cinética dobrava ao dobrar a velocidade



Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, para o aluno que respondeu não, foi solicitado que o aluno escrevesse o que acontece com a energia cinética de um veículo quando este tem a sua velocidade dobrada. O quadro abaixo mostra as respostas dadas pelos alunos.

Quadro 3.19 – Como varia a energia cinética ao dobrar a velocidade

Aluno (s)	Respostas
01 e 27	“a energia cinética é proporcional a massa e ao quadrado da velocidade.”
02 e 37	“Diretamente proporcional a massa e ao quadrado da velocidade”
03	“sem a velocidade de um veículo dobra a energia de cinética é quadruplicada”
04 e 13	“A energia cinética, devido ao movimento é proporcional a massa e ao quadrado da velocidade.”
24	“quando dobrar a velocidade, a energia cinética é quadrática.”
29	“quando um veículo dobra a sua velocidade a energia cinética vai ser quadruplicada”
35	“Se dobrar a velocidade, a energia quadruplica, isso porque a velocidade é elevada ao quadrado”

Fonte: Elaborado pelo autor

Não foram apontadas no quadro acima as 14 respostas, idênticas e condensadas, “quadruplica”. Ademais, podemos considerar que, salvo poucas exceções, na maioria das respostas ficou claro que os estudantes entenderam a relação quadrática da energia cinética com a velocidade.

Na questão 10 era indagado se o princípio de funcionamento do *air-bag*, item de segurança em automóveis de passeio, podia ser relacionado com algum conceito da física. Dentre os 37 alunos, apenas 1 respondeu não, demonstrando que este estudante não faz relação do princípio de funcionamento do *air-bag* com algum conceito da física. Para os alunos que responderam sim, foi solicitado que escrevessem como e com qual conceito da física poderia ser relacionado o princípio de funcionamento do *air-bag*. No quadro seguem listadas as respostas dadas pelos alunos.

Quadro 3.20 – O conceito que se relaciona com o funcionamento do *air-bag*

Aluno (s)	Respostas
01, 07, e 31	“Inércia.”
02 e 37	“Impulso”
03	“não sei explicar mas ele aumenta o tempo de desaceleração”
04 e 13	“Princípio da inércia”
05	“Trabalho de deformação pois através dele é acionado os airbags”
06	“Quando diminui o tempo, a força de impacto é menor.”
09	“Quando maior o tempo menor a força mais ou menos assim na medida do triangulo.”
10	“o airbag aumenta o tempo do impulso.”
11	“para ajudar a diminuir o tempo do trabalho de deformação caso houver uma batida”
12	“Por que o airbag ajuda quando a pessoa sai do estado de repouso para o estado de movimento”
14	“o airbag ele aumenta o tempo e diminui a força.”
15	“ele quando infla instantaneamente ele murcha para que a pessoa n se

	chachuque”
16	Pois é diminuído o tempo que o corpo bate com o airbag a força de batida é mais fraca
19	“Inércia, pois quando sobre um acidente de carro você tente a continuar em frente e o airbag faz essa inércia parar para não deixar o corpo sofrer a intensidade da batida”
21 e 26	“Inércia, ação e reação”
22	“um corpo em movimento tende a permanecer em movimento, 1º lei de newton”
23	“3ª Lei de Newton.”
24 e 28	“Princípio da Inércia, quando o corpo irá continuar em movimento ele infla em alguns décimos de segundo para impedir maiores lesões que poderiam ocorrer com o motorista sendo lançado contra o parte interna do carro ou até contra o painel do volante.”
25	“O airbag diminui o tempo entre o ponto de repouso e movimento do passageiro. Com o airbag instalado no automóvel, o motorista, se envolvido numa colisão frontal, se chocará com o airbag ao invés do painel, sofrendo menos dano, obviamente. Então, o airbag aumenta o tempo do movimento e diminui a força.”
27	“Trabalho de deformação”
29	“o airbag aumenta o tempo do impulso.”
30	“Ao ser acionado o tempo do impacto diminui, assim o mesmo sendo menor.”
32	“Teorema do trabalho”
33	“como na física velocidade é igual a força que é igual a massa multiplicando a aceleração, então o airbag tem como princípio diminuir a velocidade”
34	“O airbag causa uma desaceleração mais lenta do que o impacto direto do veículo, causando assim um menor impacto para o motorista e/ou passageiros mediante a uma colisão.”

Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar do número expressivo de alunos que afirmaram existir relação do princípio de funcionamento do *air-bag* com algum conceito

físico, poucos conseguiram relacionar com o aumento no tempo para variação no momento linear (impulso) e conseqüente diminuição da força média aplicada aos motoristas e passageiros caso o *air-bag* seja inflado.

Ao finalizar a análise das respostas às questões aplicadas ao final do projeto, destaca-se que, em certa medida, verificou-se que houve apropriação dos conhecimentos físicos trabalhados durante a aplicação do projeto, bem como a relação destes conceitos com situações de trânsito. Em tempo, vale lembrar que apesar de algumas respostas estarem corretas na parte objetiva das questões, quando era solicitada a resposta descritiva, o que formalizaria o entendimento ou relação do conceito físico com a situação de trânsito em questão, ficava perceptível ainda a presença de conflitos cognitivos, ou respostas que não saíam do nível senso comum.

CONCLUSÕES

Como o objetivo central este trabalho foi o de desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática para o ensino de conceitos de física básica, contextualizados em situações de trânsito, a seguir serão apresentados os apontamentos e considerações finais sobre o trabalho em âmbito geral e específico.

Podemos considerar que a motivação para desenvolvimento da sequência didática com a temática trânsito vem, inicialmente pelo fato de existir um hiato sobre a educação para o trânsito no ensino médio, bem como a indicação para promoção de uma abordagem pedagógica nos parâmetros curriculares da legislação educacional brasileira, como apontado na fundamentação teórica deste trabalho. Também como tema que apresenta envolvimento entre os jovens, pois existe um fascínio em investigar situações que envolvam veículos.

Desta forma, o aporte teórico sobre o educar para o trânsito, tanto nas bases legais que versam sobre a matéria, quanto nos parâmetros curriculares, estão contemplados no capítulo 2 deste trabalho. Ficou perceptível que apesar de haver alguns indicadores de utilização da temática trânsito no Ensino Médio, ainda percebemos poucas referências na literatura de tratados sobre o assunto. Em livros didáticos de física apresentam sim algumas situações de trânsito exemplificando conceitos físicos. Neste ponto podemos concordar que este trabalho venha oferecer mais uma contribuição quando aponta para uma abordagem de uma proposta de ensino sistematizada de conceitos básicos da física verificados a luz de situações de trânsito.

Na elaboração do produto educacional, abordado no capítulo 3 deste trabalho, recorreu-se aos 3MP e o auxílio do recurso instrucional vídeo para ilustrar, ora como situações problematizadoras, ora como organizadoras do conhecimento. Assim, aula a aula, apresenta-se a investigação de alguns conceitos da física tais como: velocidade média, força de atrito, arrasto, resultante centrípeta, energia cinética, impulso e momento linear, dentre outros conceitos correlatos indispensáveis, sempre abordados de forma a se aproximar de situações reais no trânsito. Os vídeos apresentados e utilizados na sequência didática foram

todos retirados da plataforma repositória de vídeos *YouTube* e referenciados como nota de rodapé na descrição das aulas.

Considerando os questionários aplicados, destaca-se o seguinte: O primeiro serviu para verificação dos saberes preliminares, e foi importante para indicar dentre os conceitos que seriam abordados na sequência didática, quais eram aqueles que os alunos já possuíam boas noções e quais seriam necessários fazer uma abordagem mais detalhada. Por sua vez o segundo questionário, que foi aplicado ao final do projeto, apontou para as opiniões dos alunos sobre o projeto como um todo e sobre o que haviam apreendido dos conteúdos de física abordados, e como os alunos relacionaram esses conteúdos com situações de trânsito.

Podemos reconhecer facilmente que, fora as dificuldades ou facilidades que surgiram no desenvolvimento deste trabalho, muita coisa poderia ter sido abordada de forma diferente, desde outros conteúdos de física contextualizados a situações de trânsito, até outras metodologias como uso de simulações, realização de experimentos, etc. Entretanto este trabalho pode servir como parâmetro inicial de análise ou referência para fomentar trabalhos correlatos a esta proposta, ou a partir dela.

Por fim, conclui-se que os objetivos propostos para este trabalho foram alcançados. Então, espera-se que surjam outras propostas de pesquisa que venham relacionar conteúdos de física em situações de trânsito, ou ainda que outros componentes curriculares possam dar suas contribuições nesta árdua empreitada que é educar para um trânsito mais seguro para todos.

Referências Bibliográficas

ANGOTTI, J.A.; DELIZOICOV, D. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

ARAÚJO, J. **Educação de trânsito na escola**. Florianópolis: DNER – 16o Distrito Rodoviário Federal, 1977.

BRASIL. **Lei nº 9.503**, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm>.
Acessado em: 15 jun. 2015.

CRUZ, S. M. S. C. S.; ZYLBERSZTAJN, A. **O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos**. In: PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integrada. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. cap. 8, p. 171-196

MEC. SEF. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: apresentação dos temas transversais: ética. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1997.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1998.

MEC. SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 1999.

_____. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

MORAN, J. M. **O vídeo na sala de aula.** Comunicação e educação. São Paulo, v.1, n.2, p. 27-35, Jan./abr. 1995.

_____. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** Campinas, SP: Papirus, 2007.

NEWTON, I. **The Principia (Mathematical Principles of Natural Philosophy - A New Translation).** In: I. Bernard Cohen and Anne Whitman (ed.). Los Angeles: University of California Press, 1999.

NUSSENZVEIG, M. H. **Curso de Física Básica, 1: mecânica, 5ª ed.** São Paulo: Blucher, 2013.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia.** São Paulo: Nobel, 1994.

SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Glória; REIS, Hugo C.; SPINELLI, Walter; **Conexões com a Física; Volume 1;** 1ª ed.; Editora Moderna, São Paulo/SP, 2010.

VASCONCELOS, E. A. **A cidade, o transporte e o trânsito.** São Paulo: Prolivros, 2005.

_____. **O que é trânsito?** São Paulo: Brasiliense, 1991.

Apêndice A – TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada **Ensinando Física e Educando para o Trânsito: conceitos Físicos contextualizados em situações de trânsito**. A pesquisa está sendo realizada por Ewerton Luiz Silva professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico (EBTT), docente efetivo do Instituto Federal Catarinense (IFC) lotado no *Campus* São Francisco do Sul, orientado por Celso Yuji Matuo, Docente efetivo no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), dentro do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF).

A pesquisa tem como objetivo testar a mediação de um conhecimento da mecânica clássica contextualizado com situações de trânsito, visando que o discente do primeiro ano do Ensino Médio entenda as leis que regem o movimento dos corpos e compreenda os fundamentos físicos que envolvem as situações de trânsito.

Pesquisas nacionais e internacionais descrevem a respeito da motivação dos estudantes para se tornarem interessados nos assuntos que são abordados em sala de aula. Situações de trânsito é um tema que está presente no nosso dia a dia e, por esse motivo, possibilita diversas abordagens que tornarão interessante ao aluno o processo ensino-aprendizagem em física. Outro fator importante será a busca pela inserção de simulações computacionais de fenômenos físicos, com o objetivo de fazer com que o aluno perceba que no ciberespaço encontramos boas fontes de pesquisa, ensino e aprendizagem em física.

Caso aceite participar da pesquisa, você fará parte dos alunos que participarão do projeto citado. O conteúdo abordado será apresentado através de vídeos, material impresso (leitura e exercícios) e simulação.

Enquanto você e seus colegas de classe estiverem participando do projeto, o professor fará observações e tomará notas dos acontecimentos ao longo da aplicação. As pessoas não serão identificadas, pois não interessa para o pesquisador saber quem disse o quê, mas apenas o comportamento geral do grupo e eventuais comentários, reclamações ou sugestões sobre o andamento da aplicação do material. O que se quer é avaliar o projeto como um todo, e não você ou seus colegas.

Ao participar da pesquisa você não correrá riscos além dos que normalmente correria em outras atividades educacionais corriqueiras do ambiente escolar.

Outro risco é o de quebra de sigilo, ainda que involuntário e não intencional (por exemplo, por um hacker maldoso ou devido a um pendrive ou computador extraviado). Por isso o pesquisador e seu orientador comprometem-se a tomar todas as precauções, desde o início, para evitar a sua identificação e o eventual vazamento dos dados.

Se optar por não participar da pesquisa, sua presença não será obrigatória caso a aplicação do projeto seja realizada fora do horário regular das aulas. Caso o processo seja realizado no horário regular das aulas, você poderá ficar como simples observador, sem emitir opiniões, ou seu professor titular poderá lhe atribuir alguma outra tarefa em substituição à sua participação. De todo modo, a sua participação ou não na pesquisa não terá nenhuma influência positiva ou negativa na avaliação de seu desempenho escolar.

Você poderá beneficiar-se da participação na pesquisa ao integrar-se a outros grupos e ser estimulado a manifestar-se sobre os conteúdos recentemente estudados, o que pode

facilitar o seu aprendizado. Além disso, você contribuirá para a avaliação e aperfeiçoamento de um recurso educacional que pode ajudar muitos outros a aprender algo sobre o assunto.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, caso você sofra algum acidente ou mal-estar durante sua realização, você será encaminhado aos setores ou órgãos de assistência aos quais seria encaminhado em caso de acidente ou mal-estar em qualquer outra atividade escolar.

Caso você tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e você não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, deixar de participar sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira desistir ou manifestar-se de qualquer outra maneira, você pode entrar em contato com o pesquisador (prof. Ewerton) pelo telefone 48-984016796, e-mail ewerton.silva@saofrancisco.ifc.edu.br ou pessoalmente na sala dos professores 7, *Campus* São Francisco do Sul do IFC, no endereço, Rod. Duque de Caxias, km 6, SN Iperoba, São Francisco do Sul, ou com o seu orientador (prof. Celso) pelo telefone 48-3721-3712, e-mail celso.matuo@ufsc.br ou pessoalmente no Departamento de física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, bem como pelas orientações do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), das quais o pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC) pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 401, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br.

Consentimento do participante

Tendo lido esse documento e sido esclarecido pelo pesquisador sobre eventuais dúvidas, declaro-me suficientemente informado sobre os objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como sobre meus direitos, e opto por participar dela de livre e espontânea vontade. Declaro também ter recebido uma via original desse documento, rubricada em todas as páginas e assinada por mim e pelo pesquisador.

São Francisco do Sul, ____ de _____ de _____.

Assinatura do participante (se maior de 18 anos) ou responsável

Nome legível:

RG:

Assinatura do pesquisador

Nome legível: Ewerton Luiz Silva

RG: 3.494.053

Apêndice B – Questionário para reconhecimento de saberes

ENSINANDO FÍSICA E EDUCANDO PARA O TRÂNSITO: CONCEITOS FÍSICOS CONTEXTUALIZADOS EM SITUAÇÕES DE TRÂNSITO.

Endereço eletrônico: _____
Nome: _____ Idade: _____

Possui Carteira Nacional de Habilitação (CNH)? Sim () Não ()
Está fazendo curso para formação de condutores? Sim () Não ()

Questionário para reconhecimento de saberes.

1. Você já teve contato com o conceito de velocidade média? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva brevemente o que você apreendeu sobre velocidade média.

2. Você já teve contato com as leis de Newton? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva brevemente o que você apreendeu sobre as leis de Newton.

3. É possível relacionar as leis de Newton com a utilização de itens de segurança dos carros, como cinto de segurança, encosto para cabeça, estado dos pneus, *air bag*, *abs*? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, em quais itens de segurança você percebe a relação com as leis de Newton.

4. Você já teve contato com o assunto força de atrito? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva brevemente o que você apreendeu sobre força de atrito.

5. Você acredita que podemos relacionar situações do dia dia no trânsito com o conceito físico de força de atrito? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, como pode ser identificada?

6. Existe diferença entre atrito estático e atrito cinético? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, como você diferencia?

7. Você já teve contato com o conceito de resultante centrípeta (força centrípeta)? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva brevemente o que você aprendeu disso.

8. É possível relacionar situações vivenciadas no trânsito de veículos com o conceito físico resultante centrípeta (força centrípeta)? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como a resultante centrípeta (força centrípeta) pode ser identificada.

9. Você já teve contato com o conceito de energia cinética? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva brevemente o que você aprendeu sobre energia cinética.

10. É possível relacionar situações vivenciadas do trânsito de veículos com o conceito físico energia cinética? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como relacionar.

11. Você já teve contato com o conceito de quantidade de movimento (momento linear)? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, o que você sabe sobre isso?

12. É possível relacionar situações vivenciadas no trânsito de veículos com o conceito físico quantidade de movimento (momento linear)? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como você faria essa relação.

Apêndice C – Questionário após aplicação do projeto.

ENSINANDO FÍSICA E EDUCANDO PARA O TRÂNSITO: CONCEITOS FÍSICOS CONTEXTUALIZADOS EM SITUAÇÕES DE TRÂNSITO.

Este formulário tem como objetivo avaliar a aplicação do projeto, tentando identificar pontos positivos e outros nem tanto positivos. Também visa verificar possíveis mudanças nas concepções dos alunos após aplicação do projeto. Neste sentido, suas respostas a este formulário final é de extrema importância, por isso seja sincero e honesto no preenchimento.

Endereço eletrônico: _____

Nome: _____

Questionário para reconhecimento de saberes após aplicação do projeto.

1. Em âmbito geral você avalia o projeto como:

Ótimo Bom Razoável Ruim Péssimo

Utilize o espaço abaixo para escrever seus elogios ou críticas quanto ao desenvolvimento do projeto.

2. Como você classifica a forma como os conteúdos de física foram contextualizados com situações de trânsito:

Ótima Boa Razoável Ruim Péssima

Escreva em poucas palavras uma justificativa para sua resposta.

3. Sobre o método dos dois segundos que estabelece a "distância de segmento", distância que deve ser mantida entre veículos em movimento, podemos afirmar que "o método" está diretamente relacionada a qual das grandezas físicas abaixo:

Força de atrito Resultante centrípeta Velocidade média

Princípio da Inércia Outro: _____

Escreva como a grandeza física selecionada relaciona com o método dos dois segundos com a distância de seguimento.

4. A obrigatoriedade do uso de cinto de segurança em automóveis de passeio, bem como a importância do encosto para cabeça, podem ser relacionadas a algum

conceito da física? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como e com que conceito da física você relaciona o uso de cinto e de encosto para cabeça.

5. Existe diferença entre atrito estático e atrito cinético? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como você diferencia atrito estático de atrito cinético?

6. Os sistemas de frenagem de veículos podem ser com ou sem ABS. Existe relação entre os sistemas de frenagem com ou sem ABS com os diferentes tipos de atrito, estático ou cinético? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como você relaciona os sistemas de frenagem com ou sem ABS com os diferentes tipos de atrito estático ou cinético.

7. Um veículo em movimento relativo com o ar está submetido a força de arrasto. Em sua opinião essa força de resistência do ar depende da velocidade de deslocamento? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como é a dependência da velocidade para a força de arrasto, diretamente proporcional, inversamente proporcional, quadrática....

8. Quando está executando uma curva um veículo é submetido a uma resultante centrípeta. É com qualquer velocidade que um veículo pode executar uma curva? Sim () Não (). Se sua resposta for não, escreva sobre do que depende a velocidade com que um veículo pode executar uma curva.

9. A energia cinética é a energia devido ao movimento. Quando a velocidade de um veículo é dobrada, ou seja, multiplicada por dois sua energia cinética também será dobrada? Sim () Não (). Se sua resposta for não, escreva o que acontece com a energia cinética de um veículo quando tem sua velocidade dobrada.

10. O princípio de funcionamento do air-bag, item de segurança em automóveis de passeio, pode ser relacionado a algum conceito da física? Sim () Não (). Se sua resposta for sim, escreva como e com que conceito da física pode ser relacionado o princípio de funcionamento do air-bag.

MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR

**ENSINANDO FÍSICA E EDUCANDO PARA O TRÂNSITO:
CONCEITOS FÍSICOS CONTEXTUALIZADOS EM
SITUAÇÕES DE TRÂNSITO**

Ewerton Luiz Silva

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Florianópolis
2017

SUMÁRIO

1 Apresentando o produto ao professor	3
2 A fundamentação teórico metodológica do produto educacional	4
3 A sequência didática do produto educacional	7
3.1 Aula 1 “Distância de segmento”	7
3.2 Aula 2 “Cinto de segurança”	11
3.3 Aulas 3 e 4 “Forças durante frenagens”	13
3.4 Aula 5 “A resistência do ar ao movimento”	16
3.5 Aula 6 “Executando curvas”	19
3.6 Aula 7 “A energia do movimento”	20
3.7 Aula 8 “A física e o abraço do air-bag”	22
4 Sobre a utilização do apêndice A	24
Referências	25
Apêndice A Slides utilizados em aplicação do produto educacional ..	27

1 Apresentando o produto ao professor

Este material tem como compromisso apresentar ao professor o produto educacional, uma sequência didática que pode ser utilizada para o ensino de conceitos de física básica, contextualizados em situações de trânsito.

No próximo tópico deste material é apresentada a fundamentação teórico-metodológica que foi utilizada no desenvolvimento do produto, apontando as bases teóricas nas quais foi ancorada metodologicamente a sequência didática das aulas que foram propostas neste produto educacional.

Já no terceiro tópico apresenta-se a descrição aula por aula da sequência didática. Nesta descrição, de aula por aula, são indicados os objetivos, os recursos instrucionais, os conteúdos físicos, bem como o detalhamento dos três momentos pedagógicos propostos em cada aula.

É apresentado, no quarto tópico deste material, como pode ser usado o apêndice A, onde constam os slides com material visual, textual e *hiperlinks* para os vídeos que foram utilizados em uma aplicação piloto deste produto educacional.

Como último tópico deste material são apresentadas as referências utilizadas para o desenvolvimento dos momentos pedagógicos na sequência didática das aulas.

Este material compõe a dissertação de mestrado intitulada “Ensinando física e educando para o trânsito: Conceitos Físicos contextualizados em situações de trânsito”, submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – *Campus* Florianópolis, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da concessão de bolsa.

2 A fundamentação teórico-metodológica do produto educacional

Com finalidade de apresentar a fundamentação na qual a sequência didática está ancorada, este tópico traz o aporte teórico metodológico para a utilização dos vídeos de *crash tests*, dentre outros, como recurso instrucional durante as aulas, bem como na proposição das aulas elaboradas em três momentos pedagógicos.

Acreditando que a utilização da tecnologia em sala de aula vem ao encontro da possibilidade de promover a inovação na prática de ensino e aprendizagem, viabilizando a transmissão da informação de uma forma mais atrativa com o uso do vídeo, por isso este recurso foi adotado para ser utilizado na sequência didática. O uso de recursos audiovisuais, em especial o vídeo, comprovadamente estimula a criatividade e permite contextualizar diversos conteúdos, é um recurso que impressiona todos os sentidos humanos (MORAN, 1995, p.28).

Em outra obra, considerando que existem atividades que facilitam e outras que superam a organização conhecimento, o autor defende que a utilização de vídeo na escola apresenta dois focos:

Quando o vídeo provoca, sacode, causa inquietação e serve como abertura para um tema, é um estímulo em nossa inércia [...]; Quando o vídeo serve para confirmar uma teoria, uma síntese, um olhar específico com o qual já estamos trabalhando, é ele que ilustra, amplia, exemplifica. (MORAN, 2007, p. 47)

Nessa perspectiva, em diferentes momentos pedagógicos propostos na sequência didática, se fará a utilização do vídeo como recurso instrucional, ora na problematização para provocar a observação e diálogo sobre um tema abordado, ora na organização do conhecimento

abordado, quando é utilizado para confirmar a contextualização do conceito abordado.

Na sequência didática proposta neste trabalho, as aulas são desenvolvidas e fundamentadas sobre a perspectiva dos três momentos pedagógicos (3MP): problematização, organização e aplicação do conhecimento (ANGOTTI E DELIZOICOV, 1990, p. 29,31).

Em relação ao **primeiro** momento, a problematização, os autores estabelecem que:

São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conheçam e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. (ANGOTTI & DELIZOICOV, 1992, p. 29).

Ainda sobre a problematização, os autores destacam que pode ocorrer em dois sentidos: a) fazendo com que emerjam as concepções alternativas dos alunos, aquelas que já têm devido a aprendizagens anteriores; e b) quando o aluno ainda não possui aquele conhecimento e sente a necessidade de apreender para responder ao problema.

Para o **segundo** momento, a organização do conhecimento, os autores explicam que:

Os conhecimentos de física necessários para a compreensão do tema central, da problematização inicial, serão sistematicamente estudados neste

momento, sob a orientação do professor.
(ANGOTTI & DELIZOICOV, 1992, p. 29).

É neste momento que ocorrem as definições dos conceitos, das relações, das leis, ou seja, é na organização do conhecimento que ocorre o aprofundamento nos conhecimentos da física. Os autores ressaltam que neste momento cabem as mais diversas atividades como exposição do professor, formulação de questões, textos para desenvolvimento de discussões, trabalhos extraclasse, revisão e destaques dos aspectos fundamentais, dentre outras.

O **terceiro** momento pedagógico, a aplicação do conhecimento, serve para:

[...] abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (ANGOTTI & DELIZOICOV, 1992, p. 31).

Metodologicamente, no terceiro momento são utilizados os mesmos procedimentos do segundo.

Fundamentada nos 3MP, a sequência didática apresentada no tópico a seguir, mostra detalhadamente o desenvolvimento de todas as aulas previstas neste produto educacional.

3 A sequência didática do produto

Neste tópico será descrita a sequência de aulas deste produto educacional. Na sequência, aula por aula, estão apresentados os objetivos pretendidos, os conteúdos físicos a serem desenvolvidos, os recursos educacionais que devem ser utilizados e, de forma descritiva, como acontecerão os três momentos pedagógicos, acompanhados pela dinâmica estabelecida para cada momento.

Aula Nº 1 Tema da aula: “Distância de seguimento”

Objetivos:

- Explicar o conceito de velocidade escalar média;
- Analisar as grandezas físicas envolvidas na expressão da velocidade escalar média;
- Verificar quais as distâncias percorridas em determinados intervalos de tempo em velocidade escalar constante;
- Observar as distâncias percorridas durante ações comuns de motoristas;

Conteúdo Físico:

- Movimento unidimensional

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco
- Quadro para preenchimento

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Com intenção de estabelecer um debate inicial sobre o assunto, os alunos são provocados a pensar e se expressarem sobre distância de seguimento, ou seja, à distância de segurança que deve ser mantida entre veículos que trafegam nas estradas.

Momento 2: Organização do conhecimento 1. (10 min)

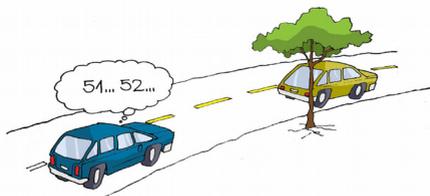
Dinâmica 2: São apresentados dois vídeos que abordam o assunto distância de seguimento.

Vídeo²⁰. Produzido e publicado pelo Detran do Rio Grande do Sul, no programa viagem segura, destaca a importância de manter a distância de segurança do veículo da frente, indica as distâncias seguras a serem mantidas com pista seca e molhada, e enfatiza que não se consegue desprezar as leis da física.

Vídeo²¹. Elaborado pela organização portuguesa Estrada Viva, aborda de forma detalhada “o método dos dois segundos”, apontando como com esse método pode-se manter a distância de segurança para um veículo que esteja trafegando em qualquer velocidade

Finalizada a apresentação dos vídeos selecionados, inicia-se o debate sobre o que foi abordado. Destaca-se como o assunto “distância de seguimento” foi abordado nos vídeos, como o assunto consta no CTB e como foi apresentado na realidade de Portugal. Enfatiza-se então “o método dos dois segundos”, indicando que ele é referenciado tanto na realidade brasileira quanto na europeia e como pode ser relacionado ao conceito da física velocidade média e grandezas envolvidas.

Figura 1.1 – O método dos dois segundos



Fonte: BRASIL 2005

20 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iaXQSLqsUjo>> Acesso em: agosto de 2016.

21 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mpJx8N3ft08>> Acesso em: agosto de 2016.

Momento 3: Organização do conhecimento 2. (15 min)

Dinâmica 3: Inicialmente é reforçado que, apesar de depender de vários fatores, a distância de seguimento é dada exclusivamente pela distância percorrida pelo veículo em um intervalo de tempo de “dois segundos”, ou três/quatro segundos em caso de pista molhada, dependendo assim necessariamente da velocidade com que o veículo está trafegando. Neste momento é definido o conceito de velocidade escalar média e a relação com as grandezas “distância percorrida” e “intervalo de tempo”. De forma expositiva, com o auxílio da expressão da velocidade média e utilizando o método dos dois segundos para pista seca e três segundos em pista molhada, encontra-se a distância de seguimento em diferentes velocidades, preenchendo o quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Distância de seguimento em diferentes velocidades

Velocidade de tráfego	18 km/h (5 m/s)	36 km/h (10 m/s)	72 km/h (20 m/s)	108 km/h (30 m/s)	144 km/h (40 m/s)
Distância de seguimento durante 2 s					
Distância de seguimento durante 3 s					

Fonte: Elaborado pelo autor

Momento 4: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 4: Os alunos são divididos em grupos e cada grupo receberá um quadro a ser preenchido que relaciona o tempo estimado gasto pelo motorista ao executar uma ação e a distância percorrida pelo veículo em duas velocidades diferentes. O professor dará um tempo para interpretação e preenchimento do quadro fornecido. Finalizando, solicita-se que os grupos socializem os resultados obtidos e, com suas palavras, relacionem o quadro 1.1 preenchido com o auxílio do professor e o quadro 1.2 preenchido por eles.

Quadro 1.2 – Distância percorrida *versus* ações dos motoristas

Ação do motorista	Tempo estimado para ação	Distância percorrida com velocidade de 72 <i>km/h</i> (20 <i>m/s</i>)	Distância percorrida com velocidade de 108 <i>km/h</i> (30 <i>m/s</i>)
Acender um cigarro	3 segundos		
Beber um copo de água	4 segundos		
Sintonizar um rádio	4 segundos		
Consultar um mapa	Mais de 4 segundos		
Procurar um objeto na carteira	Mais de 3 segundos		
Discar um número de telefone*	5 segundos		

Fonte: Elaborado pelo autor

* Havendo tempo e/ou interesse, o professor poderá exibir um vídeo que conscientiza sobre os perigos do uso do telefone pelo motorista enquanto dirige.

Vídeo²² Elaborado pela “Das Auto”, *slogan* na ocasião utilizado pela montadora Volkswagen, a campanha publicitária chama a atenção de um público, plateia em uma sessão de cinema, na verdade para todos que assistirem ao vídeo, para os perigos do uso do celular enquanto esta dirigindo, lembrando sobre a necessidade de manter os olhos na estrada, enfatiza que o uso do celular é a principal causa morte ao volante.

22 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xwpMILKCgb4>> Acesso em: agosto de 2016.

Aula Nº 2 Tema da aula: “Cinto de segurança”

Objetivos:

- Investigar o conceito de inércia;
- Analisar o movimento de corpos na ausência de forças atuantes e quando a força resultante sobre eles for nula;
- Observar a aplicação da inércia em nosso dia a dia;
- Discutir a relação entre massa e inércia.

Conteúdo Físico:

- Princípio da inércia

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Livro texto
- Tirinha de história em quadrinho

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (10 min)

Dinâmica 1: Para fomentar o debate inicial são apresentados três vídeos com situações que demonstram a ocorrência e importância na utilização de cinto de segurança.

Vídeo²³. Teste do ovo. Divulgado pelo programa Volvo de segurança no trânsito, é apresentado um experimento provocando duas colisões com um carrinho em um trilho, uma com o ovo no carrinho desprovido de cinto de segurança e outra com o ovo utilizando o cinto.

Vídeo²⁴. Simulación del cinturón de seguridad. Simulando colisões com veículos o vídeo mostra a necessidade de utilizar o cinto de segurança tanto no banco dianteiro quanto no banco traseiro. Na parte final do vídeo demonstra-se um comparativo com cinto, sem cinto de segurança.

23Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GK2jhUbATqY>> Acesso em: agosto de 2016.

24Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iuc4jWQgeto>> Acesso em: agosto de 2016.

Vídeo²⁵. Seat belts save live. Divulgado pelo ministério dos transportes austríaco, o vídeo enfatiza a necessidade de utilizar o cinto de segurança também no banco traseiro. Mostra como, a partir de uma representação visual de uma situação real, em uma freada brusca ou em uma colisão frontal, um passageiro que esteja sem cinto de segurança no banco traseiro pode ser arremessado para-brisa afora. Alerta-se que para preservar quem costuma se impressionar com imagens chocantes, apesar de se tratar de uma representação visual, lembra-se que as imagens ocorrem com uma criança que está no banco traseiro do carro da família quando ocorre uma colisão a criança é arremessada para fora do para-brisa.

Em seguida, promove-se um debate sobre impressões e observações dos alunos e também questionando-os sobre os itens de segurança indispensáveis para motoristas e passageiros, priorizando a observação sobre o quanto é importante o uso do cinto de segurança por todos os ocupantes do veículo.

Momento 2: Organização do conhecimento. (10 min)

Dinâmica 2: São apresentadas as definições de inércia propostas pelo livro texto adotado na turma e pelo livro de Newton “*principia*” e discutidas com os alunos. Dando prioridade à discussão sobre o enunciado da Primeira Lei de Newton, promove-se um debate a respeito da presença da inércia no dia a dia, solicitando aos alunos que apresentem exemplos de aplicação aos corpos de seu cotidiano, verificando se eles relacionam as definições sobre o princípio da inércia com a utilização de itens de segurança como cinto e encosto para cabeça, por motoristas e passageiros.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 3: Os alunos são divididos em grupos e cada grupo receberá uma tirinha contendo uma situação relacionada ao princípio da inércia. O professor destinará um tempo para interpretação e discussão no grupo

25 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6QdA8h29jzw>> Acesso em: agosto de 2016.

a respeito do que receberam e solicitar que expliquem com suas palavras e relacionando, quando possível, as situações das tirinhas com o princípio da inércia que foi abordado anteriormente no momento 2.

Figura 2.1 – Inércia segundo Jim Davis



Fonte: GREF versão preliminar p-57²⁶

Aulas N^{os} 3 e 4 Tema das aulas: “Forças durante frenagens”

Objetivos:

- Identificar as forças necessárias para efetuar uma frenagem.
- Investigar a força de atrito, diferenciando atrito estático e dinâmico.
- Discutir a existência de relação entre as forças de atrito estático e dinâmico e os sistemas de freios com e sem ABS, acrônimo da expressão alemã *Antiblockier-Bremssystem*;
- Verificar distâncias de frenagens em situações distintas.

Conteúdo Físico:

- Princípios da dinâmica e suas aplicações;
- Força de atrito.

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

26 Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> Acesso em: Agosto de 2016

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (15 min)

Dinâmica 1: Para estimular o debate inicial são apresentados dois vídeos com situações que apresentam testes realizados com veículos, comparando frenagens com e sem ABS.

Vídeo²⁷. Teste ABS quatro rodas. Elaborado pela BOSCH e divulgado pela revista quatro rodas, mostra ensaios de frenagens de veículos com e sem ABS. Nos ensaios são feitas comparações de distâncias de frenagens com e sem ABS, enfatizam também a manutenção da dirigibilidade no caso de frenagens com ABS.

Vídeo²⁸. Renault explica ABS. Elaborado pela montadora Renault, o vídeo explica tudo sobre ABS, significado da sigla, para que serve, como funciona, o que acontece em frenagens sob pisos de baixa aderência, carros de freio tambor também podem utilizar, necessita de manutenção periódica, reduz o espaço de frenagem tanto em piso seco quanto em pista molhada, as principais vantagens, possibilidade de frenagem mesmo com as rodas em pisos sob diferentes aderências, como usuários a maneira de operar esses tipos de sistemas e como é comum o pedal trepidar durante uma frenagem.

Após a exibição dos vídeos suscita-se um debate questionando o que os alunos observaram na exibição e o que se faz necessário existir entre os pneus e o pavimento para que ocorra a frenagem.

Momento 2: Organização do conhecimento 1. (35 min)

Dinâmica 2: Para abordagem da força de atrito antecipadamente são apresentadas e discutidas com os alunos as definições da força peso e da força normal. Privilegia-se a discussão sobre os princípios fundamentais da dinâmica e a partir do enunciado da 2ª lei de Newton, apresenta-se a força peso e sua característica de ação a distância.

27 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=x2BVJfaXH0A>> Acesso em: abril de 2016.

28 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2ag21iPffeQ>> Acesso em: agosto de 2016. vídeo indisponível

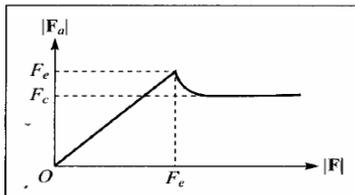
A partir do enunciado da 3ª lei de Newton, ação e reação, apresenta-se a força normal como a reação da força de contato, ou seja, a reação da força interação entre o corpo e a superfície.

Momento 3: Organização do conhecimento 2. (25 min)

Dinâmica 3: É apresentada e, em seguida, discutida com os alunos, a definição de força de atrito formulada por Amontons e Coulomb, informando que se trata de uma lei empírica em que a força surge do contato entre dois corpos sólidos, tangencial à superfície de contato. Em seguida, priorizando a discussão sobre algumas leis empíricas que regem a força de atrito, destaca-se que: 1) Precisa ser provocada para existir; 2) Se opõe à tendência de deslizamento entre os corpos; 3) A máxima força para qual está na iminência da ocorrência da movimentação relativa entre corpo e a superfície é proporcional ao módulo da força normal existente entre as superfícies; 4) O coeficiente de atrito estático μ_c , ou coeficiente de proporcionalidade, depende da natureza das duas superfícies que estão em contato; 5) Não depende da área de contato.

Para investigar o que ocorre ao extrapolar o limite da iminência de ocorrer a movimentação relativa entre as superfícies é diferenciado o atrito estático do atrito dinâmico. Destacam-se as diferenças entre os atritos, que têm a mesma expressão com o coeficiente de atrito dinâmico menor que o coeficiente de atrito estático $\mu_c < \mu_d$. Enfatiza-se, por meio da representação gráfica, (figura 3.1) da força de atrito em função da força aplicada concorrente ao atrito, a diferença entre o atrito estático e o atrito cinético.

Figura 3.1 – Representações da força de atrito em função da força aplicada



(Fonte: NUSSENZVEIG 2013, p 116)

Momento 4: Aplicação do conhecimento. (25 min)

Dinâmica 4: Serão apresentadas e, após discussão, serão resolvidas duas situações de frenagem: uma com e outra sem ABS. Utilizando as expressões do princípio fundamental da dinâmica e da cinemática, expressão de Torricelli, será verificada a diferença da distância necessária para parar um veículo sob a ação de atrito cinético, sem ABS, e do atrito estático, com ABS. Em seguida, os alunos serão solicitados a responder a situações semelhantes às apresentadas pelo professor que, após um tempo para buscarem solucionar os problemas, disponibiliza a resolução para a turma.

Aula Nº 5 Tema da aula: “A resistência do ar ao movimento”

Objetivos:

- Identificar a presença do arrasto no movimento de veículos;
- Verificar as grandezas envolvidas no arrasto dos corpos;
- Discutir a relação entre o arrasto e as grandezas velocidade, área efetiva e coeficiente de arrasto aerodinâmico;

Conteúdo Físico:

- Força de arrasto.

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Com intenção de estabelecer debate inicial sobre o assunto, os alunos são indagados sobre o que sente um passageiro ao colocar o braço para fora da janela do veículo em movimento. Também são questionados sobre a diferença na sensação quando o veículo se movimenta com velocidade maior. Por fim, os alunos são perguntados sobre a forma como a mão é colocada fora da janela, se paralela ou perpendicular ao sentido do movimento.

Momento 2: Organização do conhecimento. (25 min)

Dinâmica 2: Apresenta-se dois vídeos abordando a força de arrasto.

Vídeo²⁹. Do canal The Fluid Guy. Apresenta de forma descontraída o conceito de força de arrasto “drag”. Destaca como a forma do corpo pode influenciar na velocidade limite do móvel devido ao arrasto.

Vídeo³⁰. Publicado pela Trans.org Foundation mostra como o estudo da aerodinâmica dos veículos, neste caso de caminhões, tem importância muito grande na redução no consumo de combustível.

Finalizada exibição dos vídeos possibilita-se o debate sobre o assunto abordado, destacando como as grandezas que envolvem a força de arrasto foram tratadas. Define-se arrasto e analisa-se as grandezas físicas na expressão do arrasto, provocando o debate sobre coeficiente de arrasto aerodinâmico para diferentes formas e também para área efetiva do veículo voltada para o movimento com as figuras 4.1 e 4.2.

Figura 4.1 – Coeficiente de arrasto para diferentes formas

forma	descrição	C	forma	descrição	C
	Formato mais aerodinâmico	< 0,1		Caminhão	0,8-1,0
	Carro esporte	0,2-0,3		Bicicleta de corrida com ciclista	0,9
	Semi-esfera (abertura para trás)	0,38		Cubo	1,05
	Carros de passeio	0,4-0,5		Placa quadrada	1,2

Fonte: GREF versão preliminar p-65 ³¹

²⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=a5dzfWO60xo>> Acesso em: agosto de 2016.

³⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jOG6RSjIEEs>> Acesso em: agosto de 2016.

³¹ Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> Acesso em: Agosto de 2016

Figura 4.2 – Área efetiva do veículo voltada para o movimento



Fonte: GREF versão preliminar p-57³²

Em relação ao estudo das grandezas físicas envolvidas na força de arrasto, debate-se com os alunos sobre como muda a força de arrasto com a variação das outras grandezas, formato do corpo, área de contato, e velocidade. Assim, destaca-se que a força de arrasto aumenta quadraticamente em relação ao aumento da velocidade, ou seja, ao dobrar a velocidade quadruplica-se a força de arrasto, e porque não dizer aumenta também o consumo de combustível.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 3: Para aplicação do conhecimento adquirido no estudo da força de arrasto é promovido a resolução de uma questão adaptada da 1ª fase da Olimpíada Brasileira de Física de 2007. Na resolução da questão, o objetivo principal foi identificar o aumento percentual da força de arrasto ao se dobrar a velocidade de deslocamento de um determinado veículo. Para finalizar, como na questão houve a simplificação das constantes densidade do fluido e coeficiente de arrasto aerodinâmico, é proposto aos alunos que, a partir da simplificação e pesquisando o valor da densidade do ar, que encontrassem o valor aproximado do coeficiente de arrasto aerodinâmico do Prius, modelo de carro com motor híbrido da montadora Toyota, investigado em várias questões da prova e analisado na referida questão sobre a força de arrasto aerodinâmico.

³² Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> Acesso em: Agosto de 2016

Aula Nº 6 Tema da aula: “Executando curvas”

Objetivos:

- Identificar as forças necessárias para veículos executarem curvas;
- Verificar as grandezas envolvidas na resultante centrípeta;
- Discutir a variação no peso aparente do motorista e passageiros em depressões ou elevações curvilíneas.

Conteúdo Físico:

- Resultante centrípeta

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Com a finalidade de estabelecer debate inicial sobre o assunto, os alunos são questionados sobre o que é necessário para veículos executarem curvas com segurança, as forças que atuam durante a curva, se é com qualquer velocidade que o veículo pode efetuar a curva e se esta velocidade depende do raio de curvatura.

Momento 2: Organização do conhecimento. (25 min)

Dinâmica 2: Apresenta-se um vídeo sobre curvas.

Vídeo³³. Mostra um especialista português explicando como utilizar o volante e os freios durante a execução de curvas.

Finalizado a apresentação, inicia-se debate sobre como o assunto “curva” foi tratado no vídeo, buscando identificar as grandezas físicas envolvidas durante a execução de uma curva. Apresenta-se a definição da resultante centrípeta e discute-se como em diferentes

33 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=idNQh4qvnIY>> Acesso em: agosto de 2016.

situações, diferentes forças podem fazer o papel da resultante centrípeta, seja a força de atrito, a força peso, a força normal e a tração entre outras, bastando estarem na direção radial do movimento curvilíneo. Em seguida, analisando a situação de um veículo executando uma curva, identifica-se que por inércia a tendência seria de o veículo sair pela tangente da curva, e a força de atrito que faz o papel da resultante centrípeta a responsável por executar a curva. Assim, a partir da igualdade entre a força de atrito e a resultante centrípeta chega-se à expressão que indica a velocidade máxima para efetuar a curva, verificando que é proporcional ao coeficiente de atrito e ao raio da curva. Dessa forma, pela expressão obtida, é calculada a velocidade limite para executar curvas de diferentes raios de curvatura. Investigando as forças radiais quando um veículo passa por uma elevação ou depressão circulares, verifica-se a variação da força normal, ou o peso aparente, do motorista.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (20 min)

Dinâmica 3: Como aplicação do conhecimento adquirido, a partir da investigação da resultante centrípeta, tanto na análise da execução de curvas, quanto na passagem por pontos de mais altos da elevação e pontos mais baixos da depressão em trajetórias circulares, propõe-se a resolução de questões. Nesse sentido, o objetivo foi identificar a aplicação das leis de Newton, especificamente na resultante centrípeta, partiu-se para resolução de questões para identificar a velocidade limite para execução de curvas e o peso aparente do motorista em diferentes pontos.

Aula Nº 7 **Tema da aula: “A energia do movimento”**

Objetivos:

- Identificar a energia de um veículo em movimento;
- Verificar as grandezas envolvidas na energia cinética;
- Demonstrar o teorema trabalho energia cinética.
- Discutir sobre as transformações energéticas em caso de colisões.

Conteúdo Físico:

- Trabalho e energia cinética

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Para propor o debate inicial sobre o assunto, os alunos são arguidos como segue: Dentre as modalidades de energia, qual está relacionada com um veículo em movimento? Como podemos relacionar essa energia com a velocidade? Em que modalidade é transformada a energia de movimento de um veículo durante uma colisão.

Momento 2: Organização do conhecimento. (30 min)

Dinâmica 2: São apresentadas as definições de energia mecânica, potencial e cinética, e discutidas com os alunos. É debatido sobre a energia cinética, dando ênfase nas relações de proporcionalidade da energia cinética com a massa e com o quadrado da velocidade do objeto em movimento. Para auxiliar no entendimento dessa relação quadrática é demonstrado, a partir de um gráfico, que ao dobrar a velocidade de um veículo sua energia cinética é quadruplicada. No estudo é abordado o assunto transformações energéticas e esclarecendo que, em caso de colisão de um veículo em movimento, a energia cinética transforma-se em outras modalidades de energia como sonora e térmica, mas, em sua maioria a energia cinética em colisões é transformada em trabalho de deformação. Em seguida, é demonstrado o teorema do trabalho e energia cinética. Assim, de forma *ad hoc*, é esclarecido que este teorema tem validade tanto para forças constantes quanto para forças variáveis. Para finalizar, são mostrados dois vídeos de *crash test* (teste de colisão, em tradução livre) com a finalidade de visualizar transformações energéticas durante colisões de veículos.

Vídeo³⁴. Um comercial sueco, da década de 1990, apresenta *crash test* do Ford Sierra em três diferentes velocidades.

Vídeo³⁵. De fonte não identificada, mas hospedado no YouTube, o vídeo mostra o *crash test* de um veículo se deslocando a 200 km/h.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (15 min)

Dinâmica 3: Na aplicação do conhecimento adquirido pelo estudo do teorema trabalho e energia cinética, verifica-se a importante relação quadrática entre a energia cinética e a velocidade de movimento. Neste sentido é proposta a resolução de duas questões extraídas do livro texto “conexões com a física”, livro didático adotado na turma em que foi aplicada a sequência didática.

Aula N° 8 **Tema da aula: “A Física e o abraço do *air-bag*”**

Objetivos:

- Identificar como o *air-bag* aumenta a segurança do motorista;
- Verificar as grandezas físicas no teorema impulso-momento linear;
- Investigar as definições de momento linear e do impulso
- Discutir como os conceitos de impulso, variação do momento linear e as grandezas força média e intervalo de tempo em situações de colisão com veículos providos ou não de *air-bag*.

Conteúdo Físico:

- Impulso e variação do momento linear.

Recursos instrucionais:

- Projetor multimídia
- Lousa/Marcador para quadro branco

34 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zg9aHJl8MR8>> Acesso em: agosto de 2016.

35 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vFYHovJEUBg>> Acesso em: agosto de 2016.

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização. (5 min)

Dinâmica 1: Para fomentar o debate inicial sobre o assunto, os alunos são indagados sobre o que é *air-bag*, seu princípio de funcionamento, como pode aumentar a segurança de motoristas e passageiros e os princípios físicos que explicam como podem protegê-los durante colisão.

Momento 2: Organização do conhecimento. (30 min)

Dinâmica 2: Para ampliar o debate promovido na problematização e também auxiliar nas respostas, são apresentados três vídeos que mostram o funcionamento do *air-bag*.

Vídeo³⁶. Elaborado pela subsidiária australiana da montadora japonesa Mazda, explica o princípio de funcionamento do *air-bag*, destacando também o indispensável uso do cinto de segurança. Ainda é destacado a aplicação de *air-bag*, frontal, lateral, cortina, teto ou de joelhos, todos para vencer a inércia dos ocupantes do veículo durante uma colisão.

Vídeo³⁷. Renault explica *air-bag*. Elaborado pela montadora Renault, o vídeo explica tudo sobre *air-bag*, explicando o que é, sua finalidade, como funciona, quais são os diferentes tipos, o intervalo de tempo em que é acionado, a necessidade de uso simultâneo do cinto de segurança, existência ou não de manutenção.

Vídeo³⁸. Extraído do canal Salada Atômica, explica como ocorre a reação química para inflar o *air-bag*. Diferentemente dos outros vídeos utilizados neste trabalho, este apresenta a explicação de cunho científico para um item de segurança no trânsito de veículos.

Finalizado a apresentação dos vídeos, inicia-se breve debate sobre os assuntos abordados. Em seguida, apresenta-se a definição do momento linear e faz-se a demonstração da 2ª lei de Newton a partir da

36 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=R4ekbB5EzZM>> Acesso em: agosto de 2016.

37 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MinvH665Ceo>> Acesso em: agosto de 2016.

38 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JvxWAsvLnWM>> Acesso em: agosto de 2016.

variação do momento linear no tempo. Ainda nas definições de conceitos da física, apresenta-se a definição do impulso e, em seguida, a demonstração do teorema impulso-momento linear. Nesse momento é explicado que, durante a colisão, o motorista sofrerá o mesmo impulso, ou variação do momento linear, em veículo com ou sem *air-bag*. Nesse caso, o que muda é o tempo em que ocorre a variação do momento linear, fazendo com que a força média aplicada sobre o motorista, diminua.

Momento 3: Aplicação do conhecimento. (15 min)

Dinâmica 3: Como aplicação do conhecimento adquirido a partir da investigação do teorema impulso variação do momento linear será proposto a resolução de um problema. Para resolução deve ser utilizado a propriedade gráfica obtida no gráfico de força em função do tempo. Propriedade que verifica que o cálculo da área deste gráfico, obtém-se o impulso, ou variação do momento linear, promovido pela força. O problema proposto foi adaptado de uma questão do vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte de 1998, que mostra a variação temporal da força que age sobre a cabeça de um boneco utilizado em um *test drive* durante uma colisão com e sem *air-bag*.

4 Sobre a utilização do apêndice A

Neste tópico será explanado como pode ser utilizado o apêndice A no desenvolvimento da sequência didática, deste produto educacional.

Em cada página do apêndice aparecem dois slides. Desta forma, disposto nos slides temos os três momentos pedagógicos, a problematização, a organização e a aplicação do conhecimento. Nos slides também aparecem os *hiperlinks* dos vídeos utilizados, ora para provocar a problematização, ora para auxiliar na organização do conhecimento. As definições dos conceitos Físicos também estão representadas e desenvolvidas nos slides nos momentos pedagógicos apropriados, normalmente na organização do conhecimento. Ainda são mostrados nos slides, como forma de aplicação do conhecimento, questões adaptadas de exames de vestibulares, do ENEM e da OBF.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, J. **Educação de trânsito na escola**. Florianópolis: DNER – 16o Distrito Rodoviário Federal, 1977.

BRASIL. **Lei nº 9.503**, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm>.
Acessado em: 15 jun. 2015.

CRUZ, S. M. S. C. S.; ZYLBERSZTAJN, A. **O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos**. In: PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integrada. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. cap. 8, p. 171-196

MEC. SEF. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: apresentação dos temas transversais: ética. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1997.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1998.

MEC. SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 1999.

_____. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

MORAN, J. M. **O vídeo na sala de aula**. Comunicação e educação. São Paulo, v.1, n.2, p. 27-35, Jan./abr. 1995.

_____. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** Campinas, SP: Papirus, 2007.

NEWTON, I. **The Principia (Mathematical Principles of Natural Philosophy - A New Translation).** In: I. Bernard Cohen and Anne Whitman (ed.). Los Angeles: University of California Press, 1999.

NUSSENZVEIG, M. H. **Curso de Física Básica, 1: mecânica, 5ª ed.** São Paulo: Blucher, 2013.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia.** São Paulo: Nobel, 1994.

SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Glória; REIS, Hugo C.; SPINELLI, Walter; **Conexões com a Física; Volume 1; 1ª ed.;** Editora Moderna, São Paulo/SP, 2010.

VASCONCELOS, E. A. **A cidade, o transporte e o trânsito.** São Paulo: Prolivros, 2005.

_____. **O que é trânsito?** São Paulo: Brasiliense, 1991.

Apêndice A – Material utilizado durante aplicação do projeto.

Problematização

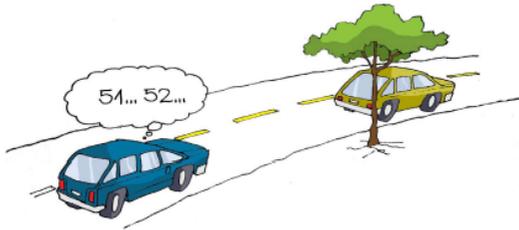
- Qual deve ser a distância de segmento, distância de segurança, que deve ser mantida entre veículos que trafegam no mesmo sentido em uma estrada?

Organização do conhecimento

- Com a finalidade de ajudar a responder a questão vamos assistir dois vídeos.
- <https://www.youtube.com/watch?v=iaXQSLqsUjo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=mpJx8N3fT08>

Distância de seguimento

- De acordo com os vídeos assistidos...
distância de seguimento = 2 segundos?



Tempo

- Grandeza primitiva, não pode ser definida, porém pode ser medida, em segundos, minutos, horas, dias,... bem como relacionada a eventos...

Tempo de reação

- É o tempo necessário para uma pessoa receber um estímulo e tomar alguma decisão.
- No caso de um motorista, perceber o perigo, decidir a manobra e acionar os comandos. Tem duração de aproximadamente 0,2 segundos.
- Problema é que durante este tempo o veículo continua na mesma velocidade e percorre grandes espaços.

Velocidade

- É uma GRANDEZA FÍSICA que relaciona o espaço percorrido por um móvel com o intervalo de tempo gasto no percurso.

$$v = \Delta d / \Delta t$$

significa que um automóvel em alta velocidade percorre **grandes distâncias** em **pequenos intervalos de tempo**.

Para pensarmos...

<https://www.youtube.com/watch?v=xwpMILKCb4>

Aplicação do conhecimento

Distância de seguimento para diferentes velocidades

Velocidade de tráfego	18 km/h (5 m/s)	36 km/h (10 m/s)	72 km/h (20 m/s)	108 km/h (30 m/s)	144 km/h (40 m/s)
Distância de seguimento durante 2 s	10 m	20 m	40 m	90 m	80 m
Distância de seguimento durante 3 s	15 m	30 m	60 m	90 m	120 m

Problematização

- Antes de questionar vamos assistir os vídeos...
- <https://www.youtube.com/watch?v=GK2jhUbATqY>
- <https://www.youtube.com/watch?v=iuc4jWQgeto>
- <https://www.youtube.com/watch?v=6QdA8h29jzw>
- Quais itens de segurança são indispensáveis e que obrigatoriamente devem ser utilizados por motoristas e passageiros?

Organização do conhecimento

Princípio da Inércia (1ª lei de Newton)

Livro Princípios

- *Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendive movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.*

Livro texto

- Lei I: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele.

Aplicação do conhecimento

- Com base neste importante princípio podemos justificar a necessidade do uso de cinto de segurança e do encosto para cabeça nos automóveis de passeio?

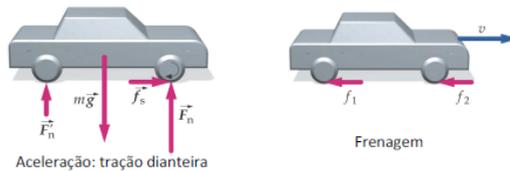
Problematização

- Antes de questionar vamos assistir os vídeos..
- <https://www.youtube.com/watch?v=x2BVJfaXH0A>
- <https://www.youtube.com/watch?v=2ag21iPffeQ>
- O que é necessário existir entre os pneus e o pavimento para que ocorra a frenagem?

Organização do conhecimento

- **Força de Atrito**

“A força que se estabelece entre as rodas e o terreno (asfalto, paralelepípedo, areia, etc.) se chama Força de Atrito e é muito importante não só para o deslocamento do veículo, mas também para a ação de frear. Por este motivo, é bom conhecermos o seu comportamento como atuais ou futuros motoristas”.



Forças necessárias na frenagem

- **Força gravitacional (Força peso) F_g**

A força gravitacional exercida em um corpo é uma força de atração que um segundo corpo exerce sobre o primeiro.

Suponha que um corpo de massa m esteja em queda livre com aceleração g . A força a que o corpo está submetido é dada por $F_g = m \cdot g$

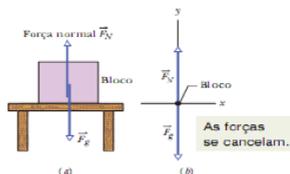
- **Força Normal F_N**

Quando um corpo exerce pressão para baixo em uma superfície, esta exerce sobre o corpo uma força normal, F_N , perpendicular à superfície.

Na figura, as forças F_N e F_g são as únicas a que o bloco está submetido e são ambas verticais.

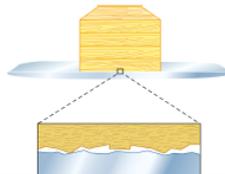
A força normal é a força que a mesa exerce sobre o bloco.

A força gravitacional é a força que a Terra exerce sobre o bloco.



Investigando a Força de atrito

- O Atrito é uma força **não conservativa** que surge do **contato** entre duas superfícies. A intensidade da força de atrito depende consideravelmente do tipo de material das superfícies em contato, além das condições físico-ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar. Sem o atrito não conseguiríamos frear, ainda mais sobre um terreno molhado ou cheio de barro onde o atrito é sempre reduzido.
- Duas diferentes situações podem ocorrer quando freamos: sem ABS travam-se as rodas e o carro praticamente desliza sem controle (atrito cinético); ou com ABS, o carro freia sem deslizar (atrito estático).

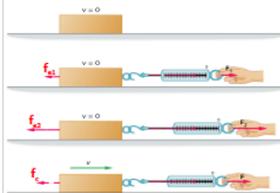


Os diferentes atritos

- **Força de atrito estático**

É determinada pelas forças aplicadas ao corpo, de modo a manter o corpo em repouso. A força de atrito estático é igual à força aplicada. Verifica-se experimentalmente que existe um limite superior para a sua intensidade máxima dependente das superfícies em contato e da intensidade da força normal N .

$$F_{a_e}^{\max} = \mu_e N$$



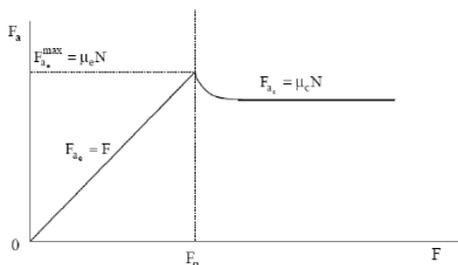
- **Força de atrito cinético**

Tem a direção da velocidade do corpo e sentido oposto. Verifica-se experimentalmente que a intensidade depende das superfícies em contato, ou seja do coeficiente de atrito cinético e da força normal. O valor da força de atrito dinâmico é único, ou seja, (não depende da força aplicada)

$$F_{a_c} = \mu_c N$$

Para uma melhor frenagem atrito estático ou atrito cinético?

- Em idênticas condições físicas o atrito estático máximo é maior que o cinético, fica fácil identificar a melhor forma para se frear. A correta técnica de frear um carro consiste em reduzir rapidamente a velocidade, sem efetivamente deslizar, travar as rodas. Pisar no freio "com tudo" travando as rodas, não é eficaz, porque o espaço de frenagem acaba sendo maior.



Aplicação do conhecimento

Exemplo. Frenagem sem ABS.

Se as rodas de um carro ficam “bloqueadas”, ou seja, impedidas de girar, durante uma frenagem de emergência, o carro desliza na pista. Pedacos de borracha arrancados dos pneus e pequenos trechos de asfalto fundido formam as “marcas de derrapagem” que revelam a ocorrência de uma soldagem a frio. O recorde de marcas de derrapagem em via pública foi estabelecido em 1960 pelo motorista de um Jaguar na rodovia M1, na Inglaterra. As marcas tinham 290 m de comprimento. Supondo $\mu_c = 0,60$ e que a aceleração do carro se manteve constante durante a frenagem, qual era a velocidade do carro quando as rodas ficaram bloqueadas?

Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$

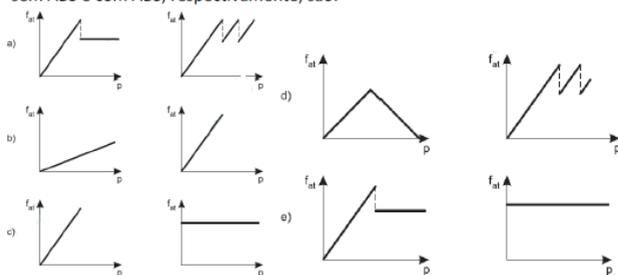
Para fazer agora!

Frenagens com e sem ABS.

O sistema de freios ABS (do alemão “Antiblockier-Bremssystem”) impede o travamento das rodas do veículo, de forma que elas não deslizem no chão, o que leva a um menor desgaste do pneu. Não havendo deslizamento, a distância percorrida pelo veículo até a parada completa é reduzida, pois a força de atrito aplicada pelo chão nas rodas é estática, e seu valor máximo é sempre maior que a força de atrito cinético. O coeficiente de atrito estático entre os pneus e a pista é $\mu_e = 0,80$ e o cinético vale $\mu_c = 0,60$. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a massa do carro $m = 1200 \text{ kg}$, calcule o módulo da força de atrito estática máxima e a da força de atrito cinético.

Para fazer agora! (ENEM 2012)

(ENEM2012) - Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético. As representações esquemáticas da força de atrito f_{at} entre os pneus e a pista, em função da pressão p aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:



Problematização

O que sente um passageiro ao colocar o braço para fora de um veículo que se movimenta em baixa velocidade? Qual seria a sensação quando o veículo se movimenta em alta velocidade? Faz diferença se fosse colocado a mão perpendicular ou paralela ao sentido de movimento?

Organização do conhecimento

- Com a finalidade de ajudar a responder a questão vamos assistir dois vídeos.
- <https://www.youtube.com/watch?v=a5dzfWOb0xo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jOG6RSjIEEs>

Organização do conhecimento

Força de Arrasto

- Havendo uma velocidade relativa entre um fluido e um corpo, o corpo é submetido a força de arrasto que se opõe ao movimento relativo e aponta no sentido do movimento do fluido em relação ao corpo.

$$F_{arrasto} = \frac{1}{2} C \rho A v^2$$

Investigando a natureza do arrasto

- O formato de um carro é caracterizado por um número chamado coeficiente de arrasto aerodinâmico, indicado por C , que quanto menor melhor a aerodinâmica. Normalmente o C dos veículos varia entre 0,3 e 0,9. A tabela mostra o valor de C de formatos diferentes.

forma	descrição	C	forma	descrição	C
	Formato mais aerodinâmico	$< 0,1$		Caminhão	0,8-1,0
	Carro esporte	0,2-0,3		Bicicleta de corrida com ciclista	0,9
	Semi-esfera (abertura para trás)	0,38		Cubo	1,05
	Carros de passeio	0,4-0,5		Placa quadrada	1,2

Investigando a natureza do arrasto

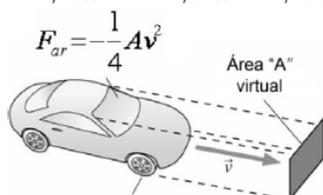
- O arrasto é a força de resistência do ar, pela expressão percebemos que aumenta com o quadrado da velocidade.
- A área do objeto voltada para o movimento também tem uma influência importante na resistência do ar.



Aplicação do conhecimento

Questão 8 (OBF 2007 - adaptada)

Na figura temos a representação do Prius em movimento e a expressão da força de arrasto, de natureza dissipativa, pois impedem o máximo aproveitamento dos mecanismos de tração do automóvel. Algumas constantes foram simplificadas para aparecer o valor $\frac{1}{4}$ na força de resistência do ar. Considere por simplicidade que o Prius tem uma área efetiva A virtual de 3 m^2 . Suponha que se aumentamos a sua velocidade de 20 m/s para 40 m/s , neste contexto a força de arrasto seria aumentada em: a) 100% b) 200% c) 300% d) 400% e) 500%



Problematização

- O que é necessário para um veículo efetuar uma curva com segurança? É com qualquer velocidade que um veículo pode executar uma curva? Esse valor de velocidade depende do raio de curvatura, ou seja, depende o quanto a curva é acentuada? Quais forças atuam sobre o veículo enquanto ele executa a curva?



Organização do conhecimento

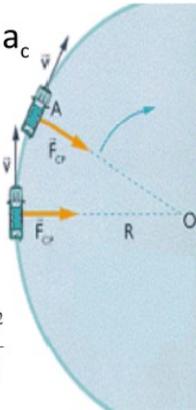
- Com a finalidade de ajudar a responder a questão vamos assistir um vídeo.
- <https://www.youtube.com/watch?v=idNQh4qvnIY>

Organização do conhecimento

Resultante centrípeta $R_c = m \cdot a_c$

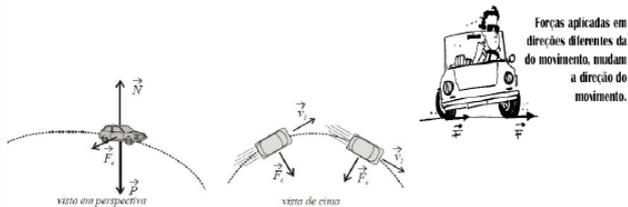
- A resultante centrípeta é a resultante de forças radiais que surgem nos moveis que executam os movimentos curvilíneos.
- A intensidade da resultante centrípeta, além de depender da massa do veículo, depende da aceleração centrípeta, ou seja, em termos lineares é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade com que se realiza esta curva e inversamente proporcional ao raio de curvatura".

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$



Força necessária para executar curva

- Quem dirige sabe que nem todas as curvas podem ser executadas com a mesma velocidade, o veículo não tem condições de continuar "colado" na pista e pode sair pela tangente.
- Durante a execução de uma curva ocorre um verdadeiro duelo de titãs. Por inércia o veículo tem a tendência de sair pela tangente da curva, a força de atrito se opõe a isto mudando a orientação do vetor velocidade e mantendo o veículo na pista.



Atrito como resultante centrípeta

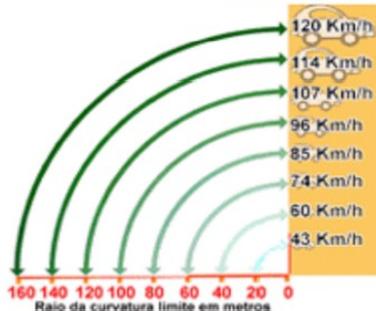
- Podemos determinar qual é a velocidade limite para um veículo executar um curva. No diagrama a seguir podemos ver os raios de curvatura limite para o asfalto seco e em boas condições, em função da velocidade. Se o motorista diminuiu o raio da curva quando está na trajetória limite, o carro perde aderência e.. sai pela tangente..

$$R_{cp} = F_{at}$$

$$m \cdot \frac{v^2}{R} = \mu \cdot F_N$$

$$m \cdot \frac{v^2}{R} = \mu \cdot m \cdot g$$

$$v_{max} = \sqrt{\mu g R}$$



Aplicação do conhecimento

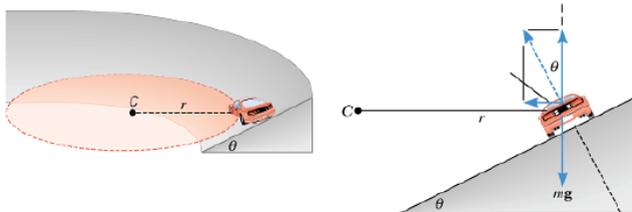
Executando curvas.

Suponha que o coeficiente de atrito estático entre a estrada e os pneus de um carro é de 0,60 e que o carro não tem sustentação negativa. Que velocidade deixa o carro na iminência de derrapar quando ele faz uma curva não compensada com 30,5 m de raio?

Qual é o menor raio de uma curva sem compensação (plana) que permite que um ciclista à 29 km/h faça a curva sem derrapar se o coeficiente de atrito estático entre os pneus e a pista é de 0,32?

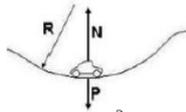
Curva com compensação

- Exige menor dependência da força de atrito e, até mesmo, independência para que se consiga completar a curva...
- Implantada em pistas de corrida e trechos de rodovias para que uma curva possa ser feita com maior segurança.



Resultante centrípeta e o peso aparente F_N

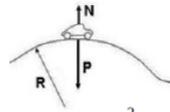
- Quando um veículo passa com uma certa velocidade por uma depressão ou por uma elevação o peso aparente do motorista, passageiros e do próprio veículo apresentam valores maiores e menores que o peso real.



$$Rc = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$F_N - F_g = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$F_N = m \cdot \frac{v^2}{R} + F_g$$



$$Rc = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$F_g - F_N = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$F_N = F_g - m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Aplicação do conhecimento

Variando o peso aparente

(UFB) A figura representa a seção vertical de um trecho de rodovia. Os raios de curvatura dos pontos A e B são iguais e valem 100 m e o trecho que contém o ponto C é horizontal. Um automóvel de massa $2 \cdot 10^3\text{ kg}$ percorre a rodovia com velocidade escalar constante de 36 km/h . Sendo N_A , N_B e N_C a reação normal da rodovia sobre o carro nos pontos A, B e C, respectivamente, determine suas intensidades.



Problematização

- Existem varias modalidades de energia, qual é a modalidade de energia predominante de um veículo em movimento? Qual a relação da energia de movimento de um veículo e a velocidade? Considerando que a energia não pode ser criada nem destruída apenas transformada de uma modalidade em outra, quando ocorre uma colisão em que é transformada a modalidade de energia de movimento durante a colisão?

Organização do conhecimento

"Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma."

Antoine Laurent de Lavoisier

Num sistema livre da ação de forças não conservativas, como a força de atrito por exemplo, a energia mecânica se conserva.

Energia Mecânica

É a soma das energias potencial e cinética de um sistema.

$$E_{mecânica} = E_{potencial} + E_{cinética}$$

Energia Potencial

- Energia devido a posição, podendo ser de natureza:

I. Potencial Gravitacional

$$E_g = m \cdot g \cdot h$$

II. Potencial Elástica

$$E_e = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

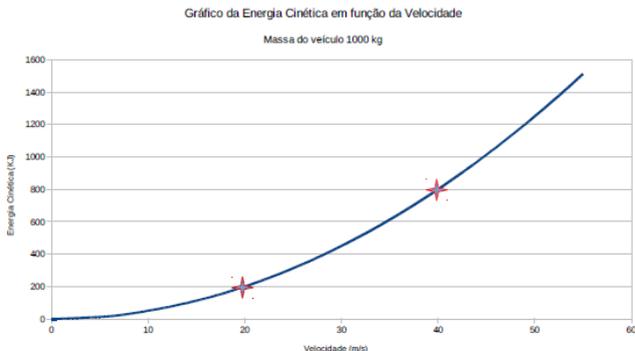
Energia Cinética

- Energia devido ao movimento, sendo diretamente proporcional a massa e ao quadrado da velocidade.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

- Importante a observarmos nesta expressão é que a energia cinética é proporcional ao quadrado da velocidade. Significa que, um carro a 160km/h possuirá energia cinética 4 vezes maior que um se deslocando a 80km/h, ou 16 vezes maior que um se deslocando a 40 km/h.

- Observe o gráfico mostra a energia cinética em função da velocidade para um automóvel de aproximadamente 1000kg:



Transformações Energéticas

- Durante uma colisão, a energia cinética de um automóvel, em sua maior parte é transformada em trabalho de deformação.



- Vale lembrar que a energia cinética é proporcional ao quadrado da velocidade. Isto significa que, um carro deslocando-se a 160km/h terá um trabalho de deformação 4 vezes maior que um a 80km/h, 16 vezes maior que um a 40 km/h.

Teorema do Trabalho e Energia Cinética

“A variação da energia cinética de uma partícula é igual ao trabalho total realizado sobre a partícula”

$$\left(\begin{array}{c} \text{variação da energia} \\ \text{cinética de uma partícula} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{trabalho total executado} \\ \text{sobre a partícula} \end{array} \right)$$

Este teorema vale tanto para um trabalho positivo como para um trabalho negativo.

Se o trabalho é positivo, a energia cinética da partícula aumenta;

Se o trabalho é negativo, a energia cinética da partícula diminui.

Observando Transformações Energéticas

Visualizando Crash test's

- <https://www.youtube.com/watch?v=zg9aHJI8MR8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=vFYHovJEUBg>

Aplicação do conhecimento

- Se um veículo, movendo-se com velocidade V , passa a se mover com velocidade $2V$, o que ocorre com o valor de sua energia cinética? E se ele triplicar o valor da velocidade? Represente algebricamente as respostas.
- Imagine um carro se movendo a velocidade de 72 km/h . Outro veículo idêntico com velocidade de 108 km/h passa pelo primeiro no exato instante em que percebem um grande buraco na pista.
Por que podemos afirmar que a distância percorrida pelo segundo veículo até parar será maior do a do primeiro? Utilize seu conhecimento de trabalho e energia cinética para responder e suponha que ambos estejam sujeitos à mesma força de atrito.

Problematização

- O que é um *air-bag* ? Como um *air-bag* funciona? Como o *air-bag* aumenta a segurança de motoristas e passageiros? Qual ou quais princípios físicos explicam como um *air-bag* pode proteger motoristas e passageiros?

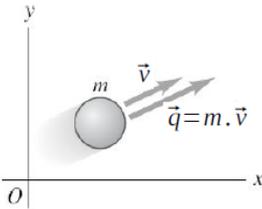


Organização do conhecimento

- Com a finalidade de ajudar a responder a questão vamos assistir esses vídeos.
- <https://www.youtube.com/watch?v=R4ekbB5EzZM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=MinvH665Ce0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=JvxWAsvLnWM>

Investigando o momento linear

Momento Linear (q): É uma grandeza vetorial dada pelo produto da massa (m) com a velocidade (v)



Obs: O momento linear é uma grandeza vetorial cuja orientação, direção e sentido, é a mesma da velocidade.

Uma variação da 2ª Lei de Newton

A 2ª lei de Newton, originalmente, foi escrita em termos da variação do momento linear como:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{q}}{\Delta t}$$



Quando um veículo em alta velocidade para repentinamente, no caso de uma colisão por exemplo, o momento linear do motorista (massa x velocidade) sofre variação de alto valor para zero em um curto intervalo de tempo. Um *air bag* faz com que o motorista perca momento linear de forma mais gradual do que uma colisão abrupta com o volante, reduzindo assim a força exercida sobre o motorista, bem como a probabilidade de lesão.

Teorema do impulso/momento linear

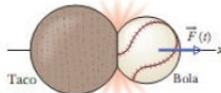
Impulso (\vec{I}):

- É uma grandeza vetorial dada pelo produto da força (\vec{F}) que atua sobre os corpos com o intervalo de tempo (Δt) de atuação da força, ou seja:



$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Podemos demonstrar o teorema do impulso momento linear...



Aplicação do conhecimento

- Propriedade gráfica**

Ao calcularmos a área em um gráfico da força em função do tempo, estamos calculando o impulso provocado pela força, ou seja, a variação do momento linear.

