



**Universidade Estadual de Maringá**

**Centro de Ciências Exatas**

**Departamento de Física**

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física**

**MARCOS SEGALE CARVALHEIRO**

**FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA**

**Maringá – PR**

**Novembro, 2018**



**MARCOS SEGALE CARVALHEIRO**

**FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA**

Maringá – 2018



## FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA

MARCOS SEGALE CARVALHEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Gonsalves Costa

MARINGÁ – PR  
Novembro, 2018

# FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA

MARCOS SEGALE CARVALHEIRO

Orientador:

Prof. Dr. Luciano Gonsalves Costa

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Luciano Gonsalves Costa  
DFI/UEM

---

Prof. Dr. Michel Corci Batista  
UTFPR – Campus Campo Mourão

---

Profa. Dra Shalimar Calegari Zanatta  
UNESPAR/Paranavaí e MNPEF/UEM

Maringá – PR

Novembro, 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

C331f      Carvalheiro, Marcos Segale  
            Física forense aplicada ao ensino da mecânica /  
Marcos Segale Carvalheiro. -- Maringá, 2018.  
            157 f.: il. color.

            Orientador: Prof. Dr. Luciano Gonsalves Costa.  
            Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de  
Física, Programa de Pós-Graduação do Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de Física, 2018.

            1. Física - Ensino. 2. Mecânica - Ensino. 3.  
Colisões (Física). 4. Física Forense. I. Costa,  
Luciano Gonsalves, orient. II. Universidade Estadual  
de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Departamento  
de Física. Programa de Pós-Graduação do Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de Física. III.  
Título.

CDD 23.ed. 530.07

Márcia Regina Paiva de Brito – CRB-9/1267

## **Epígrafe**

***“O saber a gente aprende com os mestres e os livros.  
A sabedoria, se aprende é com a vida e os humildes”.***

***Cora Coralina***

## **Dedicatória**

**À família, aos amigos professores e ao meu grande amor.**

## Agradecimentos

- Primeiramente a Deus, toda honra e glória por me estabelecer profissionalmente no magistério, concedendo a oportunidade de avançar com o conhecimento e a realização deste sonho;
- À minha amada esposa, com quem compartilhei os momentos mais difíceis e angustiantes, pelo apoio durante a realização deste trabalho, sempre me incentivando e compreendendo a minha ausência por dedicação aos estudos;
- Ao meu orientador Luciano Gonsalves Costa do MNPEF-DFI-UEM, pela paciência e confiança, tendo apontado os rumos da pesquisa, oferecido alguns caminhos para inovação e diferentes propostas de ensino;
- À coordenadora Hatsumi Mukai do MNPEF-DFI-UEM, pelas orientações e incentivos prestados, proporcionando disciplina no cumprimento dos créditos, bem como toda a parte burocrática de matrículas e os sistemas de bolsas;
- Ao professor Breno, da disciplina de Termodinâmica e Mecânica Estatística nos estudos sobre O Gás Ideal e a Entropia, sempre com muita clareza e alto astral durante as aulas;
- Ao professor Paulo Ricardo, da disciplina de Eletrodinâmica e suas contribuições na Prática Laboratorial e as Equações de Gauss, enfatizando o conhecimento e as contribuições para a humanidade;
- Ao professor Maurício, da disciplina de Mecânica Quântica, apresentando o universo das partículas, sempre com muita humildade e presteza no ato de ensinar;
- À professora Shalimar, por suas contribuições na disciplina Fundamentos e Teoria de Aprendizagem e, ainda, pela oportunidade de escrever um artigo correlacionado ao tema desta dissertação;
- Aos professores Hercília, José Roberto, Jusmar e Ronaldo, pelas contribuições despertadas sobre Epistemologias, Tecnologias, Astronomia, Educação e História da Ciência, contribuindo no ato de ensinar;
- Aos amigos de sala Alisson, Ana Paula, Arlete, Bruna, Cleusa, Donizete, Felipe,



João, Lucas, Pedro Paulo, Pedro Rogério, Rodrigo e demais que compartilharam e deram apoio nos momentos das dificuldades encontradas;

- Aos meus colegas de trabalho, os professores, equipe técnico-pedagógica e agente de apoio, pelo espaço cedido de tempo para realização da pesquisa, bem como o companheirismo do dia a dia e troca de experiências;
- Ao Colégio Estadual Neide Bertasso Beraldo – EFM, da cidade de Paiçandu-PR, o qual me oportunizou a realização do Estágio Supervisionado, podendo colocar em prática o tema em pesquisa e elaborar o Produto Educacional;
- À professora Ana na direção do colégio em sua brilhante atuação, sabedoria e serenidade, por ter me permitido estagiar e por conduzir a escola com disciplina e muitas realizações, compreendendo as necessidades da educação;
- À equipe técnico-pedagógica do colégio, em especial às professoras Cristina, Édina e Viviane, que gentilmente me atenderam, organizando um cronograma para o estágio em consonância com a rotina da escola;
- Às professoras Ângela, Alessandra, Camila, Cida, Fabi, Gisele, Luciana, Patrícia, Solange e demais do período da manhã do Ensino Fundamental e Médio, que em muito colaboraram cedendo espaço em suas aulas;
- À minha escola de trabalho, o CEEBJA Prof.<sup>a</sup> Tomires Moreira de Carvalho – EFM, que oferta escolarização para educandos jovens e adultos privados de liberdade, local em que tenho recebido e compartilhado minha experiência;
- Ao professor Selson e à pedagoga Márcia, como companheiros de trabalho, profissionais estudiosos, lado a lado no chão da escola, por terem compartilhado do conhecimento vivido na experiência do mestrado e doutorado;
- Ao comitê organizador da V EBEF – Escola Brasileira de Ensino de Física realizada em Blumenau – agosto de 2018, o qual me oportunizou apresentar o presente trabalho, por meio das orientações dos professores Luciano e Shalimar;
- À Sociedade Brasileira de Física (SBF), que oportunizou a oferta deste Mestrado na UEM – Universidade Estadual de Maringá (Polo 20);
- À CAPES, pela concessão da bolsa e pelo apoio financeiro.

## RESUMO

### FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA

MARCOS SEGALE CARVALHEIRO

Orientador:

Prof. Dr. Luciano Gonsalves Costa

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM (MNPEF/UEM), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O objetivo deste trabalho é contextualizar conceitos da Física Clássica, além de promover conhecimento crítico sobre acidentes que envolvem colisões. Para tanto, desenvolvemos e aplicamos uma sequência didática baseada na aprendizagem significativa de Ausubel in Moreira (2012), nos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Visando melhorar a qualidade da Educação Básica na rede pública e associar os conteúdos das Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (2008), foram selecionados, como foco, estudos sobre os conteúdos de Mecânica Clássica, os quais podem ser mais bem fundamentados, direcionados a situações-problemas, áreas profissionais e algumas funções técnico-científicas, legalmente constituídas. Propõe-se, como reflexão, o estudo das Colisões, sua teoria clássica, apontando análises, em específico, à Física Forense, com fundamentos essenciais para esclarecer eventuais situações no caso de sinistros, principalmente no trânsito, que resultam em fatalidades, danos materiais, prejuízos, testemunhas e vítimas. Esse contexto necessita de investigações com perícias criminais e visa esclarecer judicialmente os fatos, procurando os fenômenos naturais acerca de um ocorrido na sua realidade, justificando, apontando responsabilidades, bem como informações esclarecedoras na defesa de inocentes e acusação de culpados. Dessa forma, são apresentadas reflexões sobre o ensino de Física que possam contribuir para melhorar o ensino da Mecânica por meio de estudos, causa e efeito, observando as colisões, para a Física Forense, ajudando a difundir essa Ciência e torná-la mais presente no ambiente escolar.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Ensino da Mecânica, Colisões, Física Forense.

Maringá – PR

Novembro, 2018

## ABSTRACT

### FORENSIC PHYSICS APPLIED TO MECHANICAL EDUCATION

MARCOS SEGALE CARVALHEIRO

Supervisor:  
Prof. Dr. Luciano Gonsalves Costa

Abstract of master's dissertation submitted to Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM (MNPEF/UEM), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The objective of this work is to contextualize concepts of Classical Physics, besides promoting critical knowledge about accidents involving collisions. To do so, we developed and applied a didactic sequence based on the meaningful learning of Ausubel in Moreira (2012), in the final years of Elementary and High School. In order to improve the quality of Basic Education in the public network and to associate the contents of the Curricular Guidelines of the State of Paraná (2008), the selected studies were focused on the contents of Classical Mechanics, which may be better informed, problem situations, professional areas and some technical-scientific functions, legally constituted. The study of the Collisions, its classic theory, is proposed as a reflection, pointing specifically to Forensic Physics, with essential foundations to clarify possible situations in the case of accidents, especially in traffic, resulting in fatalities, witnesses and victims. This context requires investigations with criminal expertise and aims to clarify the facts, looking for natural phenomena about one occurring in their reality, justifying, pointing out responsibilities, as well as clarifying information in the defense of innocent and accusation of guilty. In this way, reflections on physics teaching are presented that can contribute to improve the teaching of Mechanics through studies, cause and effect, observing the collisions, for Forensic Physics, helping to spread this Science and make it more present in the school environment.

**Keywords:** Physics Teaching, Teaching Mechanics, Collisions, Forensic Physics.

Maringá – PR  
November, 2018

## LISTA DE ABREVIATURAS / SIGLAS E ACRÔNIMOS

CEEBJA	Centro Estadual de Educação Básica Para Jovens e Adultos
CENBB	Colégio Estadual Neide Bertasso Beraldo
CIRETRANS	Circunscrição Regional de Trânsito
CNT	Código Nacional de Trânsito
CPG	Conselho de Pós-graduação do MNPEF
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DCE	Diretrizes Curriculares Estaduais
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DFI	Departamento de Física
EFM	Ensino Fundamental e Médio
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IML	Instituto Médico Legal
IOP	Publications – Institute of Physics
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
MEC	Ministério da Educação e do Desporto
MT	Estado do Mato Grosso
MRU	Movimento Retilíneo e Uniforme
MUV	Movimento Uniformemente Variado
PDE	Programa de Desenvolvimento Educacional
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
PR	Estado do Paraná
SEED	Secretaria de Estado da Educação
SI	Sistema Internacional de Medidas

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Colisão pela traseira entre dois veículos de mesma massa.

Figura 02. Veículos em choque por colisão frontal.

Figura 03. Veículos em movimento freando e/ou derrapando.

Figura 04. Gráfico do Trabalho realizado por uma Força  $F$ .

Figura 05. Gráfico da Área sob a curva  $F \times t$ .

Figura 06. Problema sobre velocidade média.

Figura 07. Diagrama representando um problema sobre velocidade.

Figura 08. Indicação de acidente entre Foz do Iguaçu-PR e Cuiabá-MT.

Figura 09. Veículos com a mesma velocidade e risco de colisão frontal.

Figura 10. Veículos com a mesma velocidade e próximos de uma colisão frontal.

Figura 11. Veículos em colisão frontal.

Figura 12. Veículos em colisão frontal com transferência de Energia.

Figura 13. Veículos em sentidos opostos após colisão frontal e transferência de Energia.

Figura 14. Veículos em colisão frontal elástica.

Figura 15. Segundos Fatais – Acidente de Trem.

Figura 16. Sala durante a aula.

Figura 17. Diagramas e os cálculos de velocidade.

Figura 18. Caderno do aluno.

Figura 19. Perceptual Motion – Forensic Animations.

## LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1. Respostas Obtidas na Questão 1

Gráfico 2. Respostas Obtidas na Questão 2

Gráfico 3. Respostas Obtidas na Questão 4

Gráfico 4. Respostas Obtidas na Questão 5

Gráfico 5. Respostas Obtidas na Questão 6

Gráfico 6. Respostas Obtidas na Questão 9

Gráfico 7. Respostas Obtidas na Questão 10

Gráfico 8. Respostas Obtidas na Questão 11

Gráfico 9. Respostas Obtidas na Questão 12

Gráfico 10. Respostas Obtidas na Questão 14

Gráfico 11. Respostas Obtidas na Questão 15

Gráfico 12. Respostas Obtidas na Questão 16

Gráfico 13. Respostas Obtidas na Questão 17

Gráfico 14. Respostas Obtidas na Questão 18

Gráfico 15. Respostas Obtidas na Questão 19

Gráfico 16. Respostas Obtidas na Questão 20

Gráfico 17. Respostas coletadas Antes e Depois (8.º ano A)

Gráfico 18. Respostas coletadas Antes e Depois (3.ºano A e C)

Tabela 01. Representação Geral dos Dados (8.º ano A)

Tabela 02. Representação Geral dos Dados (3.ºano A e C)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
2.1. Uma introdução à aprendizagem significativa.....	19
2.2. O ensino de Física nos anos finais do Ensino Fundamental.....	23
2.3. O ensino de Mecânica.....	25
<b>3. FÍSICA APLICADA AOS ACIDENTES DE TRÂNSITO.....</b>	<b>26</b>
3.1. Leis de Newton: Momento Linear, Impulso e Colisões.....	26
3.2. Energia Cinética e Trabalho de uma Força.....	31
3.3. A Física Forense.....	36
<b>4. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO: ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>38</b>
4.1. Caracterização do Trabalho: Simulações.....	38
4.2. Simuladores para visualização.....	46
4.3. IML / Criminalística.....	50
4.4. Orientações educativas e questionário de entrevistas (antes e depois) Coleta de Dados.....	53
<b>5. RELATO DE EXPERIÊNCIA: PLANO DE TRABALHO.....</b>	<b>55</b>
5.1. Fundamentação para o Plano de Trabalho.....	55
5.2. Aplicação do Produto Educacional: Implementação.....	59
Módulo 1: Apresentação do tema.....	59
Módulo 2: Conservação de Momentum (Energia).....	63
Módulo 3: Leis de Newton.....	66
Módulo 4: Colisões e Velocidades.....	69
Módulo 5: Trabalho e Impulso.....	72

Módulo 6: Física Forense.....	75
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>78</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>

### **APÊNDICES**

<b>APÊNDICE A: Produto Educacional.....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE B: Banner para o V EBEF.....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE C: Questionário e Entrevistas.....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE D: Sugestões de Vídeos.....</b>	<b>145</b>

### **ANEXOS**

<b>ANEXO 01: Parecer do Núcleo Regional de Educação.....</b>	<b>146</b>
<b>ANEXO 02: Parecer da Plataforma Brasil.....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO 03: DETRAN – Como Prevenir Acidentes.....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXO 04: DETRAN – Comportamentos Seguros no Trânsito.....</b>	<b>153</b>
<b>ANEXO 05: DETRAN – Estatísticas do DETRAN e Ministério da Saúde.....</b>	<b>155</b>
<b>REFERÊNCIAS DOS ANEXOS.....</b>	<b>158</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Os atos de aprender e ensinar Física podem ser uma das experiências mais promissoras que se pode ter dentro do universo educacional entre as mais variadas áreas, diante do que está posto na rede educacional de ensino, que por vezes é um modelo pronto e acabado.

O professor pode trazer consigo uma rica bagagem científica, adquirida no meio acadêmico ou na atuação pedagógica. Tais condições podem, em muito, colaborar na difusão dos conhecimentos acerca da produção de toda a humanidade ao longo dos tempos.

Entretanto, são notáveis as dificuldades encontradas em sala de aula, visto que o professor, na maioria das vezes, se depara com um público permanente de alunos carentes em vulnerabilidade social, inclusive no âmbito educacional, pois os alunos, de maneira geral, estão em condições precárias para a efetiva aprendizagem.

Nesse contexto, destacam-se as condições existentes na hora de ensinar, as dificuldades enfrentadas pela sociedade, a escola, o professor e também os alunos, cujos valores obtidos na oferta educacional apresentam pouco significado em suas vidas.

Para a análise dessa realidade, foi realizada uma breve pesquisa de como se ensina Física no cotidiano (Guia PNLD, p. 6, 2018), visto que, ao ensinar os conteúdos de Mecânica, temos um grande leque dentro da Física Clássica, com muito conteúdo, não meramente recheado de muita matemática.

Diante do que se apresenta nas escolas, mesmo com o classicismo presente nelas, procurou-se enfatizar alguns meios para amenizar esta realidade e tornar a educação em algo mais prazeroso, associando os conteúdos mais diretamente com o dia a dia.

A partir do panorama anterior e observando conteúdos de Mecânica e estudos sobre a Física das Colisões, encontra-se um importante meio para relacionar esses campos ao cotidiano e analisar fenômenos dessa natureza, pois

podem estar presentes na sala de aula.

Observando algumas profissões e suas necessidades, destacam-se neste trabalho os estudos sobre a Física Forense como alternativas de um conteúdo colaborativo, tanto para ensinar Física na Educação Básica quanto para contribuir nas profissões de áreas técnicas e científicas.

Nas investigações criminais, muitas vezes, ao descrever uma ocorrência, se depende de fatores preliminares para apresentar solidez na veracidade dos fatos. A necessidade de investigação pode estar relacionada às testemunhas que, por sua vez, não deixam claras as evidências para esclarecer os fatos.

A base jurídica consiste na prática Forense, na qual há de se concordar com Mendes Neto (1958), como está no prefácio de advertência a Almeida Júnior:

Assim, quem quiser praticar um ato forense, estudará primeiramente os princípios e as causas do fato jurídico; depois, de o classificar no título de direito a que ele corresponde, procurará a norma de agir definida na lei, a fim de que o ato seja praticado ou julgado com as necessárias cautelas e fórmulas. Nisso consiste a PRÁTICA FORENSE. (MENDES NETO In ALMEIDA JUNIOR, 1958, p.10).

Por isso, destacam-se os parâmetros de cunho técnico e científico, como a coleta material e as provas para análise biológica e química, sendo que, na perícia, há uma carência substancial de análise da natureza física, tal como Kostek e Aleksandrowicz em IOP Science (2013) orientam para os estudos fundamentais e colaborativos da Física Forense.

Diante desse contexto, os conteúdos básicos da Mecânica Clássica serão aqui elencados como fundamentos teóricos, visando contribuir significativamente em relação a um sinistro ocorrido, bem como apresentar modelos simulando uma ocorrência.

Nesse sentido, são apontados diferentes conteúdos que orientam o cálculo de algumas grandezas, tanto em torno das colisões quanto na promoção de conceitos sobre alguns referenciais, realizando simulações dos acontecimentos e teorizando-as por meio das Leis de Newton, conforme Rocha (2011, p. 16-17). Como apresenta Almeida Júnior:

Todas as ciências não podem ser tratadas pelo mesmo método: as ciências morais não podem ser reduzidas somente à indução dos físicos, assim como não podem ser reduzidas somente à dedução dos matemáticos. As ciências jurídicas, quando possam partir da observação dos fatos para os preceitos e dos preceitos para os princípios, uma vez firmados os princípios, hão de logicamente regressar dos princípios para os preceitos e dos preceitos para os fatos (ALMEIDA JUNIOR, 1958, p.48).

Para tanto, este trabalho visa colaborar nas situações de investigações criminalísticas, de perícias de cunho judicial, como posto na Física Forense, e contribuir na promoção de um ensino básico com mais ênfase no sentido da aprendizagem, notadamente como expressa Carvalho (2010), ao advertir:

Precisamos observar se as atividades [...] proporcionando a transposição do conhecimento aprendido para vida social, procurando buscar as complexas relações entre ciências, tecnologia e sociedade, procurando generalizar e/ou aplicar o conhecimento adquirido, relacionando-o com a sociedade em que vivem (CARVALHO, 2010, p.60).

O objetivo principal é oferecer ao professor que atua no Ensino de Física alguns subsídios que visam melhorar a qualidade do ensino público, procurando associar os conteúdos das DCEs do Estado do Paraná e contextualizá-los com as necessidades forenses.

Por outro lado, mais especificamente, apresentam-se os conteúdos da Mecânica Clássica com os estudos das Colisões e ensina-se Física aos alunos da Educação Básica, deixando claras as contribuições da Ciência na vida do homem e tornando-as mais reais no ambiente escolar.

Assim, este trabalho descreve uma ação metodológica para trabalhar Física newtoniana por meio das análises dos acidentes automobilísticos. Ressalta-se aqui que essa área do conhecimento é uma aplicação direta da Física Forense, responsável pelas investigações criminais.

A exploração dos conteúdos, relacionados com acidentes, pode ser uma forte motivação para a aprendizagem da Física, conforme constatou Zanatta (2014). Além disso, neste trabalho, os autores mostraram que muitos acidentes podem ocorrer pela ausência do conhecimento de importantes conceitos da ciência.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Uma Introdução à aprendizagem significativa

Partindo do pressuposto de ensinar Física com base na ocorrência de um sinistro, tem-se que considerar as mais variadas razões que resultaram no caso, envolvendo bens materiais e pessoas num acidente de trânsito, por mais que sejam claras as evidências.

Ocorrências de acidentes de trânsito, mesmo com a ciência de suas possibilidades, têm como consequência danos morais e psicológicos. Na maioria das vezes, apresentam-se em situações inesperadas, acarretando atitudes com ações emergenciais de socorro e assistência.

Tais condições, além dos sentimentos gerados entre os envolvidos, agregam a participação de vários segmentos profissionais da sociedade. Justamente, uma ocorrência deve estar em consonância com relatos expressos por diferentes profissionais, nos quais é constante o processo de aprendizagem.

Como afirma Novak e Gowin:

[...] os conceitos nunca são 'finalmente aprendidos', mas sim permanentemente enriquecidos, modificados e tornados mais explícitos e inclusivos à medida que se forem progressivamente diferenciando (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 114).

Com isso, ao investigar um sinistro no qual haja uma colisão entre dois veículos, seja ela de forma criminosa ou sem intenção de provocá-la, podem ser identificados alguns fatores que melhoram a explicação no contexto e também as mais variadas justificativas.

No registro de uma ocorrência, todos os envolvidos procuram apontar os indícios que justificam a realidade dos fatos, porém, são agregados alguns detalhes configurados, muitas vezes, pela primeira sensação, quase sempre associada ao estado emocional.

Dessa forma, o perito, em estado de razão, profissional sem influência direta

com o fato, tanto por afinidade quanto grau de parentesco, pode refinar as observações em torno do ocorrido, pois há um grande número de variáveis para analisar e estudar o fato em relação a uma colisão.

No entanto, a Ciência Física, como meio de estudos, pode ser relacionada à natureza dos fatos e trazer reflexões acerca da realidade, com observações ao senso comum e desmistificações com atributos científicos. Assim, tornam-se cabíveis as contribuições da Mecânica na Física Forense.

Entre estas propostas, faz-se importante lembrar que o ato de ensinar Ciências deve acontecer não só para reproduzir o conhecimento historicamente construído, mas também promover uma formação para fazer Ciência, oportunizar ao educando o despertar investigativo e a alfabetização. Assim, trazendo uma retrospectiva da LDB, como enfatiza Sasseron in Carvalho (2010),

[...] espera-se contribuir para o desenvolvimento de habilidades que permitam a um cidadão atuar na sociedade contemporânea. Isso implica a possibilidade de ele compreender, intervir, investigar e participar das discussões que envolvem sua realidade. [...] Nesse cenário, o papel do professor em sala de aula era de informar o conhecimento aos seus alunos. [...] A preocupação com a formação geral dos estudantes demanda entender estas fronteiras: não basta mais que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares; é preciso formá-los para que sejam capazes de conhecer esses conteúdos, reconhecê-los em seu cotidiano, construir novos conhecimentos a partir de sua vivência e utilizá-los em situações com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida. A educação escolar deixa de ter a obrigação de explorar apenas os assuntos de cada disciplina e precisa formar os alunos para viver em sociedade (SASSERON, 2010, p.4-5).

A ideia aqui remete a pensar na metodologia sobre o que se ensina de Física na Educação Básica, ou seja, nos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, e também nos conteúdos previstos e orientados através das diretrizes curriculares estaduais, como nos livros do PNLD.

Essas considerações expressam sobre currículo e remetem a concordar com CARVALHEIRO (2009) refletindo sobre as ações, o qual explica:

Todavia, devemos ter claro que o período histórico a qual estamos inseridos tem exigido dos cidadãos [...] um padrão das políticas públicas [...] exige-se o desenvolvimento de competências e habilidades que permitam sua

inserção no mundo globalizado [...] mover-se em um mercado de trabalho em constante transformação (CARVALHEIRO, 2009, p. 214).

O tema proposto como Física Forense Aplicada ao Ensino da Mecânica pode apontar algumas reflexões na realidade em questão – a de ensinar Física, mais especificamente Física Clássica e a Mecânica de Newton –, estudando colisões, bem como associá-la a um acidente de trânsito e, analogamente, a uma colisão entre dois ou mais automóveis.

Este trabalho parte de reflexões como: Acidentes que envolvem colisões podem ser contextualizados com a realidade, caso aconteça um acidente de trânsito? No caso do envolvimento de pessoas e questões materiais, cabe uma análise detalhada de um técnico profissional para periciar o caso? A Ciência Física pode colaborar na análise pericial quando há uma colisão? O tema em questão pode colaborar no processo de ensino e aprendizagem na sala de aula?

Enfatizam-se as relações com a Física, no contexto das colisões, e destaca-se análise das evidências esclarecedoras, como diferenças de massas entre os colididos, diferença de velocidades, atrito em uma pista, desgastes dos pneus, problemas mecânicos, condições climáticas, frenagem etc.

Tendo em vista os alunos como público principal e os apontamentos científicos que visam benefícios sociais, fazem-se importantes as relações curriculares estruturantes, principalmente o “movimento”, cuja descrição é primordial para o seu estudo efetivo.

Assim, a conservação de Energia, as relações definidas com as Leis de Newton, a velocidade e os diferentes efeitos nas Colisões, assim como o Impulso e o trabalho de uma Força, promovem reflexões acerca de uma ciência investigativa, fundamentais para Física Forense.

Entre os mais diversos fenômenos que venham a resultar, Queiroz e Oliveira relatam:

[...] sustentaram que o problema não é o carro em si, mas o motorista que o conduz inadequadamente [...] analisando os aspectos que poderiam estar envolvidos na situação dos acidentes, segundo entendimento das vítimas entrevistadas, verificamos que, com a exceção de um caso, eles aconteceram por falha humana ou imprudência das pessoas envolvidas. Além do caso em que os amortecedores gastos provocaram o capotamento

de um veículo, não houve acidentes ocasionados por problemas mecânicos, elétricos, de manutenção dos veículos; nem por más conservações de estradas, ruas, avenidas e nem, ainda, por condições climáticas desfavoráveis. Apenas em um caso, no qual a vítima conduzia uma moto, foi lembrado que condições climáticas desfavoráveis (neblina) influenciaram o acidente (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2003, p.101-123).

Assim, nesse contexto, concorda-se com Novak e Gowin, no sentido de que “[...] a aprendizagem é o resultado de uma mudança do significado da experiência” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 114).

Ensinar e aprender Física, bem como o ato de fazer Ciência, se detêm ao direcionamento de uma experiência vivida, a qual envolveu indivíduos, pois são comuns os acidentes de trânsito, com ocorrências trágicas e repercussões emocionais para as pessoas. Essas experiências, embora negativas colaboram com a aprendizagem.

## 2.2 O ensino de Física nos anos finais do Ensino Fundamental

A Educação Básica apresenta o Ensino de Física como uma ciência que estuda a natureza, por meio dos fenômenos em torno da matéria, da luz e suas causas.

Como as Diretrizes Curriculares do Ensino de Ciências do Estado do Paraná propõem:

[...] os saberes necessários para explicar o mundo ficaram a cargo do ser humano, que explicaria a natureza por meio de leis, princípios, teorias, sempre na busca de uma verdade expressa pelo método científico. A dimensão filosófica do conhecimento não desapareceu com o desenvolvimento da razão científica. Ambas caminharam no século XX, quando se observou a emergência de métodos próprios para as ciências humanas, que se emanciparam das ciências naturais. Assim, as dimensões filosófica e científica transformaram a concepção de ciência ao incluírem o elemento da interpretação ou significação que os sujeitos dão às suas ações – o homem torna-se, ao mesmo tempo, objeto e sujeito do conhecimento (PARANÁ, 2008, p.24).

Com este pensamento, o ato de estudar Física pode ser algo fascinante, visto que é possível pesquisar fazendo Ciência, aprender ou ensinar Física em qualquer tempo, lugar ou idade, buscando significados da natureza, independente do meio profissional ou social no qual estão inseridos os sujeitos.

Entretanto, quando se ensinam os clássicos como a Mecânica de Newton, pode-se encontrar alguns obstáculos recheados de matemática, que reprime os conceitos fundamentais; assim, o ato de ensinar Física pode estar longe de ser alcançado, como no foco inicialmente proposto.

Assim é enfatizado por ABIB in: CARVALHO (2010) em seu capítulo, no qual aponta e adverte:

[...] essa abordagem tradicional também permeia a prática docente em grande parte das nossas escolas. Frequentemente, as aulas de Física restringem-se a exposições e a um enfoque excessivamente teórico sobre os fenômenos, a um tratamento de representações matemáticas limitado à aplicação mecânica de fórmulas e de seu emprego em exercícios, que seguem exemplos de resolução fornecidos pelo professor ou pelo livro didático. Seguindo a lógica deste modelo, as avaliações são compostas por provas nas quais os alunos precisam apenas mostrar os procedimentos típicos da resolução de exercícios, tratados não como problemas autênticos e novos, mas como mera repetição de um operativismo padronizado (ABIB, p.145).



As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica no Brasil descrevem o conteúdo básico de Física dos anos finais do Ensino Fundamental, os quais são requisitos fundamentais aos futuros alunos do Ensino Médio.

As ações em torno dessa proposta devem estar sempre em contextualização com a realidade. No entanto, considera-se também as Diretrizes Curriculares do Paraná, que orientam:

É preciso, porém, que o professor tenha cuidado para não empobrecer a construção do conhecimento em nome de uma prática de contextualização. Reduzir a abordagem pedagógica aos limites da vivência do aluno compromete o desenvolvimento de sua capacidade crítica de compreensão da abrangência dos fatos e fenômenos. Daí a argumentação [...], cujos passos seguintes permitam o desenvolvimento do pensamento abstrato e da sistematização do conhecimento (PARANÁ, 2008, p.30).

Portanto, está clara a reflexão sobre a realidade dos alunos, pois deve-se contextualizar o conhecimento do senso comum, partindo de pressupostos teóricos como um todo e dos saberes adquiridos historicamente pela sociedade e, assim, oportunizar o acesso ao conhecimento científico e a ascensão ao indivíduo.

### 2.3 O ensino de Mecânica

No Plano Estadual de Educação do Paraná, destaca-se o processo de ensino-aprendizagem, no qual a educação faz parte de uma importante fase na Educação Básica, com grande elenco junto aos conteúdos estruturantes. “Contudo, tratando-se de uma disciplina eminentemente artística como é a PRÁTICA FORENSE, os processos de ensino devem ser mais de aplicação do que de exposição (ALMEIDA JUNIOR, 1958, p.50)”.

Ao ensinar Mecânica e seus conceitos, sempre se trabalham situações que envolvem repouso e movimento, estudo de causa e efeito, choque e elasticidade, as quais fazem parte de estudos para análise, principalmente quando se trata de Mecânica das Colisões.

Pode-se retratar a Mecânica primeiramente com fundamentos históricos, os quais consolidam a sua trajetória conforme as necessidades do próprio homem. Dentre os aspectos civilizatórios e culturais, a Mecânica se torna o clássico, como ferramenta fundamental para compreender o movimento e suas leis. Araújo (2003) enfatiza:

Temas que foram objeto de especulação e reflexão, [...] daí por diante pelo crivo do olhar objetivador da ciência. [...] As ciências passaram a fornecer explicação sobre a estrutura do universo físico, sobre a constituição dos organismos e, mais recentemente, sobre o homem e a sociedade. [...] passou a abranger setores cada vez mais restritos da realidade, tendo, no entanto, se tornado cada vez mais aguda em suas indagações; se não lhe é dado mais abordar o cosmo, pois a física e suas leis e teorias o faz mais apropriadamente, [...] se volta para a situação atual e pergunta-se: o que faz de nós este ser que hoje somos? [...] (o) que é o conhecer e de como se dá a relação entre mente e mundo (ARAÚJO, 2003, p. 24).

Isso remete à reflexão natural acerca da realidade vivida pelo homem até então, pois está posta como ensino nos bancos escolares e faz observar a realidade histórica por diferentes épocas, mas sempre associada à atualidade. “Os alunos, por outro lado, precisam aprender transitar entre estes diferentes domínios para que possam interpretar os significados envolvidos nos mesmos.” (CAPECCHI; CARVALHO, 2006) in: CARVALHO (2010).

### 3 FÍSICA APLICADA AOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

#### 3.1 Leis de Newton: Momento Linear, Impulso e Colisões

Procurando entender os princípios norteadores dos fundamentos sobre colisões e a relação com as bases avaliativas de estudos para a Física Forense, ressalta-se aqui a movimentação dos corpos com a fundamentação utilizada no Princípio de Newton (1687) in ROCHA (2011), ao descrever a construção do momento linear.

Figura 01. Colisão pela traseira entre dois veículos de mesma massa.



Fonte: <https://www.shutterstock.com/search/collision>

Apresentam-se as propriedades do espaço, os conceitos fundamentais para descrever sua geometria, as suas dimensões, definição de grandezas e o tempo. Essas propriedades de espaço são destacadas por Isaac Newton e também por Albert Einstein.

Pois:

[...] o reconhecimento da Física como um campo teórico, ou seja, consideram-se prioritários os conceitos fundamentais que dão sustentação à teoria dos movimentos, pois se entende que, para ensinar uma teoria científica, é necessário o domínio e a utilização de linguagem própria da ciência, indispensável e inseparável do pensar ciência. Portanto, é fundamental o domínio das ideias, das leis, dos conceitos e definições presentes na teoria e sua linguagem científica; as relações da Física com a Física e com outros campos do conhecimento (PARANÁ, 2008, p.93).

Os pontos materiais, quando observados, podem ser descritos por meio de conceitos “primitivos” OAC (2007) da Geometria Euclidiana “destacando: dimensões do espaço em que se vive” OAC (2007), no qual também destaca Newton in ROCHA (2011), como “pontos” dotados de massa. Então, fazem-se necessários pontos

materiais, ou seja, pontos com existência de matéria, para que sejam observados com análise do movimento.

Na descrição de uma de suas leis, Newton in ROCHA (2011), interpreta a velocidade vetorial de um ponto material em MRU, que não tem variação, ou seja, se o ponto material estiver em repouso, permanecerá em repouso, mas, se o ponto material estiver em movimento, permanecerá sempre em movimento.

O espaço pode ser homogêneo, ou seja, com distribuição uniforme da matéria, equivalência em seus infinitos pontos, pois são equivalentes, na Mecânica ou na Geometria Euclidiana. O espaço é infinito e sua geometria é caracterizada por inúmeras formas de observações.

No entanto, baseando-se na realidade sobre uma colisão entre veículos, pode-se considerar o momento linear ( $\vec{p}$ ) como uma grandeza vetorial, na qual se tem uma dependência direta da massa como grandeza escalar ( $m$ ) e da velocidade com grandeza vetorial ( $\vec{v}$ ). Dessa maneira:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

O momento linear, bem como a velocidade, são grandezas vetoriais. Logo, o sentido e a direção são extremamente essenciais para definir o momento linear, se considerar dois corpos em deslocamento, ou seja, como veículos movimentando em uma direção.

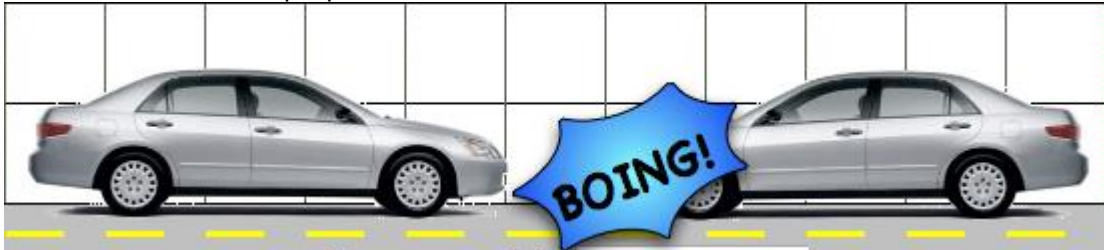
Suponham-se dois veículos em movimento, de massas iguais, que se deslocam um ao encontro do outro. Pode haver situações diversas, assim como na Figura 1, ou mesmo o movimento com velocidades e massas diferentes.

No entanto, ao considerar dois veículos com igualdade de massas e velocidade, vejam-se os cálculos abaixo, com os efeitos que podem ser descritos como momento linear – impulso:

No SI, a grandeza ( $p$ ) é descrita pelas unidades **kg . m/s** ou **N . s** e, para melhor expressão numérica dos resultados, considera-se como exemplo a grandeza massa como  $m = 1000$  kg e a grandeza para velocidade  $v = 20$  m/s.

Dessa maneira, deve-se considerar o sentido da velocidade e observar o momento linear de uma partícula, pois esta possui a mesma direção e sentido da velocidade.

Figura 02. Veículos em choque por colisão frontal.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Entende-se por Carro A o veículo que está seguindo da esquerda para direita, e, no sentido contrário, o Carro B; para fins de efeito, há uma colisão totalmente elástica, ou seja, a Energia Cinética é conservada.

A velocidade de A e B é de 20 m/s, sendo um com sinal positivo e o outro com sinal negativo, conforme descrito na direção do movimento.

Nesse sentido, se simular o movimento, ocorrerá a colisão e haverá um choque no momento de contato entre os dois veículos.

Assim, pode-se analisar perguntando:

1 - Quais são os momentos lineares entre os veículos A e B?

Veja-se:

- **Antes da Colisão**

Considerando  $p = m \cdot v$  e  $m_A = m_B = 1000 \text{ kg}$ , tem-se:

$$p_A = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p_B = 1000 \cdot (-20) = -20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

É possível verificar que o resultado obtido de uma colisão totalmente elástica e referente aos momentos lineares dos veículos A e B, ou seja, no encontro dos dois

corpos (veículos), a Energia Cinética e o Momento Linear se conservam.

- **Depois da Colisão**

Como houve a colisão elástica entre os dois veículos, a partir do choque, tem-se a situação inversa à obtida anteriormente, ou seja, os veículos estarão em sentidos e velocidades contrárias dos períodos anteriores à colisão, pois inverteu o sentido do movimento.

Logo,

$$p_A = 1000 \cdot (-20) = - 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p_B = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Dessa maneira, pode-se agora perguntar:

2 - Qual foi a variação do momento linear do carro A? Ou do carro B?

- **Variação do Momento Linear**

Considerando primeiramente a variação ( $\Delta$ ) do momento linear de A, tem-se a diferença do momento linear antes (inicial) e depois (final) da colisão.

Logo:

$$\Delta p_A = p_f - p_i$$

em que

$$p_i = 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{e} \quad p_f = - 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Assim,

$$\Delta p_A = - 20000 - 20000$$

$$\Delta p_A = - 40000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Pelo Teorema do Impulso, a variação do momento linear ocorreu devido à Força exercida pelo carro B em A, ao se chocar com o carro A.

**Observação:** A mesma consideração pode ser feita ao analisar a variação do momento linear do carro B.

Logo, o impulso aplicado no carro B é igual a  $\Delta p_B = 40000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

### 3.2 Energia Cinética e Trabalho de uma Força

Inicialmente apresentam-se as ideias sobre Energia como um todo, pois, em geral, suas fontes são definidas de forma muito complexa, por exemplo: a Energia química dos combustíveis e dos alimentos, os efeitos da luz e do calor, as ações da gravidade e da inércia, as elásticas e potenciais, bem como repouso e movimento.

Este último é o foco principal deste estudo, que tem como objeto teórico os referenciais a partir do que se observa quando dois veículos interagem entre si, com ações dotadas de Energia, acerca da realidade, tratados como corpos em movimento.

Energia é um conceito muito amplo; no entanto, entre as mais diversas categorias, é possível associar transformação de Energia aos movimentos observados ou mesmo na capacidade de gerar movimentos, observando a velocidade com os resultados em Energia Mecânica.

O conteúdo estruturante das Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (2008) enfatiza discutir sobre Energia com a reflexão:

[...] propõe o trabalho que possibilita a discussão do conceito de energia, relativamente novo a se considerar a história da ciência desde a Antiguidade. Discute-se tal conceito a partir de um modelo explicativo fundamentado nas ideias do calórico, que representava as mudanças de temperatura entre objetos ou sistemas. Ao propor o calor em substituição à teoria do calórico, a pesquisa científica concebeu uma das leis mais importantes da ciência: a **lei da conservação da energia** (PARANÁ, 2008, p.66).

Neste sentido, Lavoisier (Souza, 2018) define Energia como “algo que não pode ser criado nem destruído”, pois não existe algo para produzir Energia, mas, através dos meios, transformá-la em outro tipo de Energia. Assim se estabeleceu a Lei da Conservação da Matéria ou Princípio da Conservação de Energia.

As Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná definem que:

No estudo dos movimentos, é indispensável trabalhar as ideias de conservação de *momentum* e energia, pois elas pressupõem o estudo de simetrias e leis de conservação, em particular da Lei da Conservação da Energia, desenvolvida nos estudos da termodinâmica, no século XIX, e considerada uma das mais importantes leis da Física. [...] A conservação de



*momentum* está enraizada na própria concepção de homogeneidade do espaço – simetria de translação no espaço – ao menos do ponto de vista clássico. Além disso, encontra lugar no estudo de colisões ou de eventos em que algum tipo de recuo se manifesta, como no caso de colisões entre partículas (PARANÁ, 2008, p.58-59).

Por todo um aparato com transformação de Energia, observa-se, entre elas, o homem se beneficiando exclusivamente do resultado das transformações através do movimento, como são os estudos nesse contexto.

Todavia, a Energia resultando em movimento é utilizada para facilitar o dia a dia do homem na condição de ir e vir, com mais agilidade, transportar pessoas e cargas. Percebe-se um resultado no processo natural dos sistemas de conservação de Energia, que pode ser apontado como princípios, nas observações sobre um móvel que ora estava em movimento e sofreu uma colisão.

Assim, as evidências deixadas após o choque proporcionam os meios para analisar a realidade e apurar os fatos. Serão análises técnico-científicas da conservação de Energia para distinguir as possíveis direções e sentidos, bem como obter medidas de velocidades.

Em termos gerais, conforme as leis de conservação de Energia, um corpo está em movimento e tende a permanecer em movimento (Inércia), a menos que outra Força externa ao sistema observado possa interagir com o corpo e, assim, redirecionar o sistema de movimento.

Portanto, ao descrever um sinistro entre dois corpos (veículos), faz-se necessário analisar as composições da Força na forma vetorial, as possíveis direções do movimento de cada corpo, para então descrever o momento linear, possível entre os envolvidos.

Essa natureza em torno da Mecânica do movimento requer avaliar um conjunto de situações, entre elas as grandezas como: espaço, tempo, velocidade, massa, intensidade da Força do movimento, direção, sentido e grandezas vetoriais e até mesmo Força Centrípeta.

No entanto, o movimento de um veículo em observação se apresenta na componente vetorial de sua Força e a realização de Trabalho, pelo qual, do ponto em que há aplicação de uma Força, esta se promove com deslocamento, pois

haverá um movimento resultante na direção da componente.

Esse movimento pode ser observado por meio da medida da velocidade, expressando informações como a massa de um móvel e seu deslocamento. Logo, as grandezas envolvidas podem esclarecer, de certa forma, a sequência lógica num sistema de transformação de Energia, chegando aos princípios investigativos através da Energia Cinética de um veículo em movimento.

Ainda, considerando os Princípios da Conservação de Energia e os processos de transformação, a Energia Química dos combustíveis é transformada em Energia Mecânica nos automóveis. Estes, por sua vez, promovem a realização de Trabalho, com movimento (velocidade), chegando a dados importantes a serem investigados, visto o momento linear do objeto em questão.

É importante lembrar o registro de uma ocorrência contextualizada com um acidente. A colisão entre dois corpos ou mais está na lista de conteúdos elencados nas diretrizes curriculares. São propostas obrigatórias na rede de ensino público da Educação Básica.

A relação entre Trabalho de uma Força e Energia Cinética de um corpo consiste respectivamente e historicamente por Newton nas operações entre o produto dos vetores Força e velocidade direcional pelos vetores Força e deslocamento realizado, assim como a fração da massa pelo quadrado da velocidade fracionada ao meio.

$$T = F \cdot \cos\theta \cdot d \quad \text{ou} \quad E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Também, deve-se lembrar a definição de Trabalho como a forma de medida de transferência de Energia de um corpo ao outro; e a Energia Cinética a medida de Energia de um corpo de massa (**m**) e velocidade (**v**). A Unidade utilizada para calcular Trabalho é o Joule (**J**), conforme o SI.

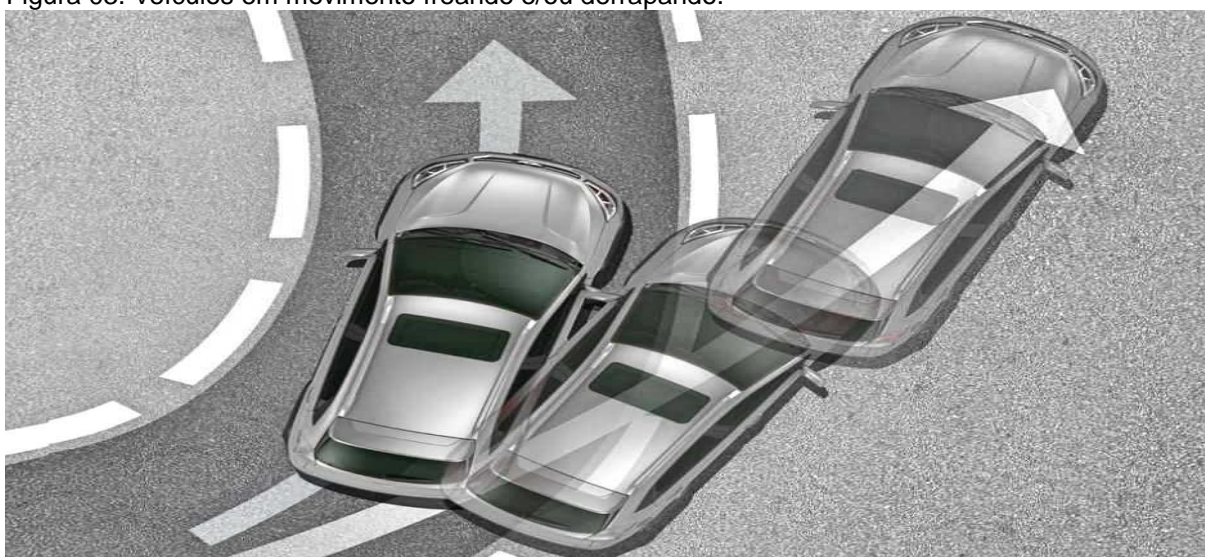
Quando um veículo está em movimento, subentende-se que ele recebeu uma Força constantemente aplicada e permanentemente há a realização de Trabalho. No caso, estas informações, aliadas às massas em colisão, podem

estabelecer a relação de análise sobre a deformação de cada corpo.

Podem ser apresentadas aqui algumas considerações até mesmo sobre a Lei de Hooke, apontadas nos estudos das ideias sobre deformação. No entanto, este estudo as explicitará em outra etapa sobre o tema em questão.

A relação entre Força e deslocamento pode ser descrita com uma função e uma apresentação gráfica. Por isso, serão tratadas, mais à frente, informações conceituais sobre as diferenças entre colisões elásticas e inelásticas, ou seja, no caso de uma colisão entre veículos, resultados com deformação ou não.

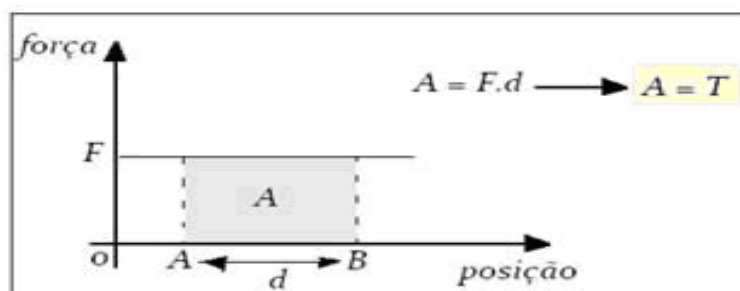
Figura 03. Veículos em movimento freando e/ou derrapando.



Fonte: <https://uploads.metropoles.com/wp-content/uploads/2018/08/24181332/controle.jpg>

Ao observar a Figura 3, nota-se um veículo em movimento, que, quando freia bruscamente e derrapa, tem a Força com sentido contrário ao deslocamento. Dessa forma, pode-se representar a situação por meio dos gráficos a seguir, nos quais o eixo das abscissas representa o deslocamento e, o eixo das ordenadas, a Força.

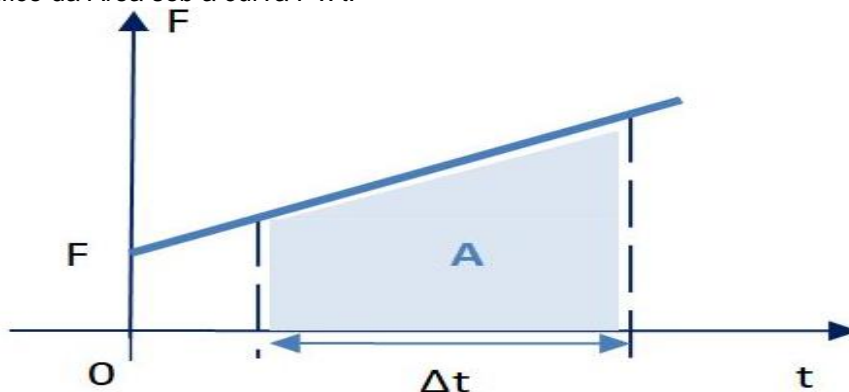
Figura 04. Gráfico do Trabalho realizado por uma Força F.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/trabalho-uma-forca.htm>

Da mesma forma, o gráfico de área formada nas relações entre  $F \times t$ , na qual se apresenta:

Figura 05. Gráfico da Área sob a curva  $F \times t$ .



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/impulso/>

A representação da área na Figura 05, o eixo das abcissas, é o Trabalho positivo associado ao deslocamento do veículo. E, ao contrário, se houver abaixo é o Trabalho negativo, também associado ao deslocamento do veículo.

Com a Força que proporciona a realização de Trabalho, os resultados da velocidade desenvolvida, as massas de composição de cada corpo podem ter a base para verificar os veículos envolvidos. Também pode-se verificar a tendência direcional de um móvel, bem como a conservação de Energia, o momento linear, a direção e o sentido no qual prevalecerá a trajetória do corpo em movimento após uma colisão.

Se a colisão é entre corpos de mesma proporção, de forma parcialmente elástica ou inelástica, tornam-se mais notáveis as condições de análises, pois haverá deformação nos moldes originais do corpo, no caso, considerando a lataria de um veículo com formato frontal, ligeiramente esférico.

Por outro lado, quando a colisão for totalmente elástica, não haverá deformação, mas reversão ou redirecionamento no sentido do movimento, levando em consideração a inclinação do terreno, ângulos e pontos de trajetória tangenciais.

### 3.3 A Física Forense

Para melhor enfatizar o tema aqui apresentado, realizou-se uma busca do significado da palavra “forense”, o qual, segundo o dicionário Aurélio, indica algo do Fórum Judicial, dos tribunais ou a eles relativo.

Também é um termo relativo ao direito com o objetivo de desvendamento de crimes, no qual,

[...] é a aplicação de um conjunto de técnicas científicas para responder a questões relacionadas ao Direito, podendo se aplicar a crimes ou atos civis. O esclarecimento de crimes é a função de destaque da prática forense. Através da análise dos vestígios deixados na cena do crime, os peritos, especialistas nas mais diversas áreas, conseguem chegar a um criminoso. Algumas das áreas científicas que estão relacionadas à Ciência Forense são a Antropologia, Biologia, Computação, Matemática, Física, Química, e várias outras áreas ligadas à Medicina, como por exemplo, a Psicologia Forense (SIGNIFICADO..., 2018).

Considerando um conjunto de corpos, ou dois objetos se movendo, deve-se estudar cada um deles, isolando as Forças presentes que agem em cada corpo. Para tanto, devem ser estudadas cautelosamente as interações físicas do fato, por exemplo, no caso de um acidente de trânsito.

Assim, a Mecânica de Newton pode colaborar diretamente, propondo-se o estudo das colisões correlatas a um acidente, o qual, por sua vez, pode estar carregado de indagações e servir como parâmetro para estudos investigativos que, adicionados à Mecânica Newtoniana, colaboram em estudos Forenses.

É nessa base que se ressaltam os significados das ideias de Ausubel, conforme os apontamentos de Moreira (2012):

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação. Esses aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancoradouro para a nova informação são chamados “subsunoços”. O termo ancorar, no entanto, apesar de útil como uma primeira ideia do que é aprendizagem significativa não dá uma imagem da dinâmica do processo. Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunoços vão adquirindo novos significados, se

tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído. (MOREIRA, 2012, p.5).

Por tais necessidades, apresentam-se algumas situações reais, nas quais as colisões surpreenderam o homem e os colocaram em riscos:

Em Waco, Texas, EUA, em 1896, Willian Crush da ferrovia 'Katy', estacionou duas locomotivas em extremidades opostas de uma linha férrea de 6,4 km de comprimento, na posição máxima e depois deixou que elas se chocassem de frente com a velocidade máxima diante de 30.000 espectadores. Centenas de pessoas ficaram feridas por estilhaços das locomotivas, e muitas delas morreram. (FROEHLICH, 2008, p.39).

O homem, em muitas das vezes se arriscou para entender a natureza, como destacado nas Diretrizes Curriculares Educacionais do Estado do Paraná, pois “Ao ser humano cabe interpretar racionalmente os fenômenos observados na Natureza, resultantes das relações entre elementos fundamentais como tempo, espaço, matéria, movimento, Força, campo, Energia e vida”. (PARANÁ, 2008, p.40).

Por outro lado, as relações com a natureza em que o homem se submeteu a algum risco, muitas vezes com ousadia, colheram grandes resultados, podendo viver a realidade experimental, fazendo Ciência com muita surpresa e proporcionando aprendizagem.

## 4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO: ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 4.1 Caracterização do Trabalho: Simulações

Ao imaginar uma situação na qual transcenda a realidade de um fenômeno casual, de forma isolada, onde afirma Barros no Prefácio à Edição Brasileira de BEN-DOV,

Quando pesquisamos em um laboratório, tentamos eliminar variáveis que supomos irrelevantes para as ideias a serem testadas. Mas os fenômenos observados não fazem tal seleção, de forma que as teorias baseadas ou inspiradas em experiências controladas, não tem necessidade ou compromisso de darem conta de tudo. Essas teorias, porém, pretendem fazê-lo. Esta é a questão: a partir de um fato particular, controladamente produzido e observado, pretende-se encontrar uma explicação que transcenda em muito o caso estudado. (BEN-DOV, 1996, p.8).

Vamos imaginar dois veículos na ocorrência de uma colisão.

Um perito, ao se deparar com o fato citado acima, incumbido para realizar uma investigação sobre o acidente, coleta provas materiais e observa a cena, na qual, apresenta marcas no chão e muita destruição.

No entanto, o perito, além da observação, ouve testemunhas e relatos sobre o ocorrido. A partir disso, há algumas hipóteses para serem analisadas, tais como o horário da viagem, origem e destino, bem como os limites de velocidade e a localização geográfica do acidente.

Além disso, a trajetória percorrida, as sinalizações dos limites de velocidade, as características do local da pista e os históricos de outros acidentes são informações que reunidas podem contribuir com detalhes fundamentais no esclarecimento do acidente. Por isso, vamos incitar algumas situações conforme as informações apresentadas.

#### **Exemplo 1:**

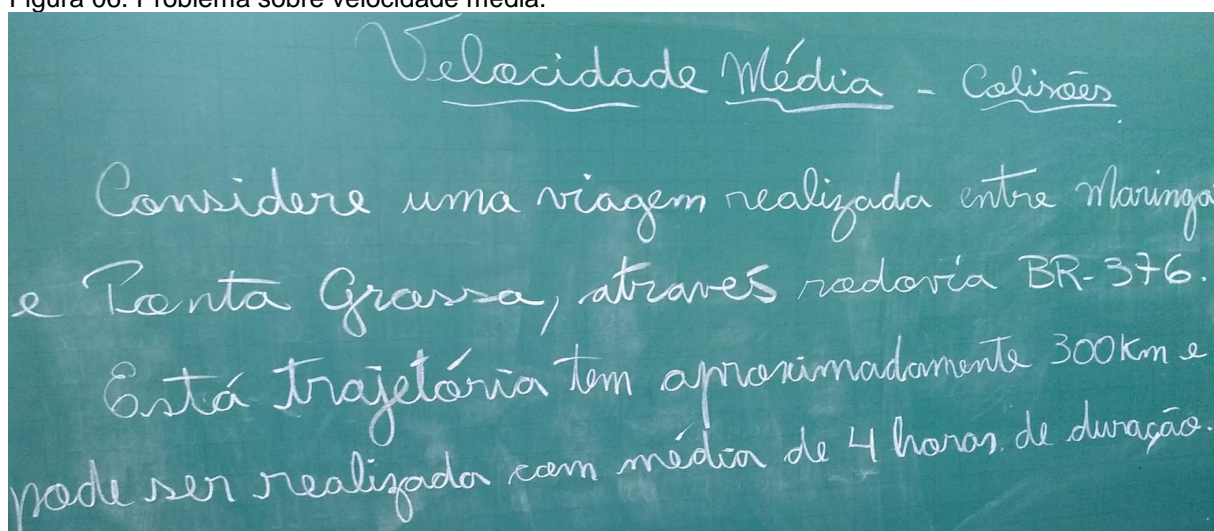
Nos estudos sobre velocidade dos automóveis, tem-se a Mecânica dos acidentes de trânsito. Nesse contexto, é importante conhecer o deslocamento de um



móvel, analisando-o em função de tempo. A razão entre essas duas grandezas permite investigar a velocidade média desenvolvida.

Para exemplificar, supõe-se que seja realizada uma viagem de automóvel pela BR – 376, no Estado do Paraná, entre as cidades de Maringá e Ponta Grossa, com distância aproximada de 300 km de extensão. A duração média da viagem é de pelo menos 4 horas.

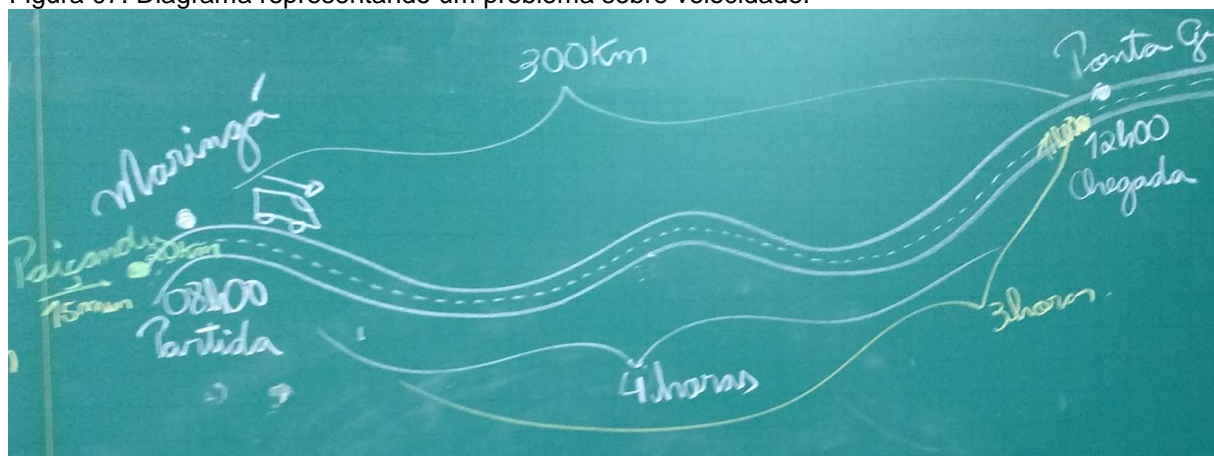
Figura 06. Problema sobre velocidade média.



Fonte: Grifos Nossos

A trajetória a ser percorrida é por uma rodovia com excelente pavimentação e na maior parte da pista de rolamento com faixa dupla. Normalmente, as boas condições do tempo favorecem o fluxo normal dos veículos. Dessa forma, pode-se considerar as variáveis como grandezas, podendo ser obtidas com boa proximidade dos valores reais.

Figura 07. Diagrama representando um problema sobre velocidade.



Fonte: Grifos Nossos



Usando a razão entre espaço ( $\Delta S$ ) e tempo ( $\Delta t$ ), tem-se a velocidade ( $V_m$ ), na qual a fórmula, como segue:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Dessa maneira, aplicando as grandezas citadas no exemplo apresentado, no qual, verifica-se:

$$V_m = ?$$

$$\Delta S = 300 \text{ km}$$

$$\Delta t = 4 \text{ horas}$$

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{300 \text{ km}}{4 \text{ h}} = 75 \text{ km/h}$$

Assim, obtém-se 75 km/h como velocidade média desenvolvida no trajeto observado. No entanto, considera-se que em determinados trechos da rodovia certamente o veículo pode ter superado a média ou mesmo estar abaixo dela, respectivamente, nos momentos de ultrapassagem e lentidões de outros veículos, devido aos congestionamentos e pedágios.

Nesse caso, uma informação importante como a média de velocidade desenvolvida no trajeto entre Maringá e Ponta Grossa.

Normalmente, algumas empresas de transporte que se utilizam de veículos, como fluxo de caminhões e ônibus circulam rotineiramente por alguns itinerários. Essa possibilidade permite registrar diariamente informações de relevância estatísticas, com precisões muito próximas da realidade.

Portanto, caso haja algum acidente neste trajeto, além das informações técnicas que podem ser elencadas por um perito, pode-se também, realizar a verificação do possível horário de partida e o tempo descrito na hora do acidente. Pois, sabemos que a média no trajeto é de 75 km/h.

Com essas informações, qualquer ponto da rodovia no trajeto citado, desde

que, conheça o ponto de origem, será possível estimar se a velocidade desenvolvida em um possível local de acidente poderia ou não estar próximo da média adequada para a rodovia no trecho percorrido.

## **Exemplo 2:**

Conforme as informações obtidas no exemplo 1, é possível simular algumas hipóteses sobre situações de risco que podem ocorrer na trajetória citada, no caso de acidentes de trânsito.

### **Hipótese 1:**

Supondo que o condutor de um veículo em sua rotina diária, se envolve em um acidente de trânsito às 11h da manhã, justamente, em um ponto no último km, já bem próximo do destino.

Por sua vez, o acidente ocasionou uma colisão, provocou muitas avarias com danos materiais ao veículo, prejuízos pessoais ou à empresa responsável, provocando duras consequências no local do acidente e, também, a terceiros.

No entanto, a situação apresentada pode ser mais bem esclarecida se necessitar de investigação, na qual, muitas vezes, os acidentes são de grandes proporções e não há testemunhas com informações suficientes para apurar as causas do fato e, assim, juridicamente responsabilizar os envolvidos.

Nesse contexto, podemos nos apropriar de alguns conhecimentos científicos fazendo uso da Física para fins Forenses.

Por essa necessidade, as informações de uma rotina sempre registrada, como horário de partida às 8h da manhã. Informação esta que ocorre praticamente em todos os dias. Também, a velocidade média foi registrada como sendo 75 km/h.

Primeiramente, deve-se levar em conta as condições da pista, na qual, são trechos de rodovia pedagiada, oferecendo boa qualidade na pavimentação, com trechos de pista dupla e toda sinalizada. Presume-se, também, que no dia do

acidente a concessionária que administra a rodovia informa que não houve congestionamentos ou trânsito lento devido a obras na pista.

O acidente aconteceu às 11h00 da manhã, cerca de 1 hora antes do previsto para chegada ao destino, ou seja, o automóvel se deslocou apenas durante 3 horas, sendo que, na rotina, a previsão é de pelo menos 4 horas.

Por meio dessas informações, utilizam-se os valores como grandezas para calcular a possível velocidade desenvolvida, pois tem-se:

$$V_m = ?$$

$$\Delta S = 300 \text{ km}$$

$$\Delta t = 3 \text{ horas}$$

Logo,

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{300 \text{ km}}{3 \text{ h}} = 100 \text{ km/h}$$

Nota-se que a velocidade média desenvolvida foi de 100 km/h. Essa velocidade está bem acima da média prevista para mesma trajetória em questão.

Com essa informação deduz-se que o motorista condutor, certamente realizou a viagem com excesso de velocidade, pois estava próximo do destino, percorrendo uma trajetória de excelente pista, mas com trechos sinuosos, com muitos aclives e com declives acentuados.

Por outro lado, não havendo informações registradas por radares sobre excesso de velocidade, com aplicações de multas ou infrações, pode-se concluir, a partir das informações reunidas que, certamente, o motorista condutor realizou a viagem com velocidade muito acima do estimado.

Evidência essa muito importante para o melhor esclarecimento dos fatos, principalmente se há necessidade pericial.

### **Hipótese 2:**

Agora, vamos considerar a ocorrência de um acidente trânsito em uma

localização muito próxima do local de origem, na qual o horário de partida foi às 08h00 da manhã, como no caso anterior, e o registro do acidente deu-se 15 minutos após esse horário.

Nesse contexto, supõe-se a distância de aproximadamente 20 km, entre as cidades de Maringá - PR e Marialva - PR, ambas situadas na mesma rodovia, com trechos em espaços urbanos e outros mais isolados, entre outras características citadas anteriormente.

Assim, calcula-se:

$$V_m = ?$$

$$\Delta S = 20 \text{ km}$$

$$\Delta t = 15 \text{ minutos}$$

OBS.: A maioria das informações sobre velocidade se apresentam em km/h ou m/s, então, a expressão ficará melhor se transformado os minutos em uma fração decimal da hora, ou seja, 15 minutos = 0,25 horas.

Logo,

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{20 \text{ km}}{0,25 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$$

Mais uma vez, pode-se concluir que houve excesso de velocidade além da prevista conforme média geral de 75 km/h para a rodovia.

Considerando as características regionais da cidade de Maringá, a trajetória pela BR-376 em direção à cidade de Marialva, sentido no qual são percorridos longos trechos em área urbanizada e sinais de trânsito para os cruzamentos, comprometendo a agilidade.

Percebe-se que os limites são vários comprometendo o bom desempenho na pista e mesmo os veículos mais possantes teriam que se deslocar em baixa velocidade, pois, além de quebra-molas, há também radares para redutores de velocidade e posto para fiscalização policial.

Pela extensão descrita, é notável observar a pista com pequenos trechos para desenvolver uma maior velocidade e ainda considerar o limite de velocidade

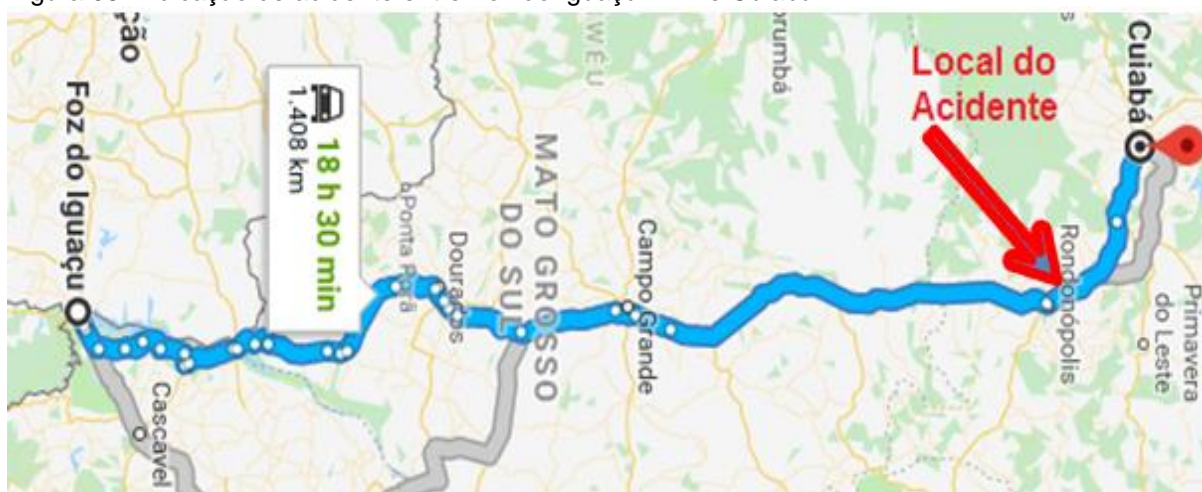
com o máximo de 110 km/h.

Reunindo todas as informações, temos um grande leque das variáveis como referências para concluir a veracidade sobre o acidente, proporcionando afirmações possíveis sobre a ocorrência, entre elas de que o motorista condutor certamente estava em alta velocidade.

### Exemplo 3:

Quando já era dia e com boas condições do tempo, uma colisão entre veículos ocorreu às 7h da manhã em uma curva localizada na cidade de Rondonópolis – MT, no km 200 da rodovia BR163, entre as cidades de Foz do Iguaçu e Cuiabá, sendo esta rodovia comum, de grande fluxo de veículos, principalmente caminhões lentos e carregados com muita carga.

Figura 08. Indicação de acidente entre Foz do Iguaçu - PR e Cuiabá - MT.



Fonte: Imagem do Google Maps.

Sabendo que o veículo em questão partiu às 20h de sua origem e que o acidente aconteceu por volta de 10 horas depois do momento de partida, notamos uma viagem muito longa e exaustiva no contexto.

Considerando a distância do local de origem até o ponto onde houve a colisão, observa-se que foram rodados aproximadamente 1200 km. Isso faz notar que a velocidade média no trajeto foi aproximadamente 110 km/h.

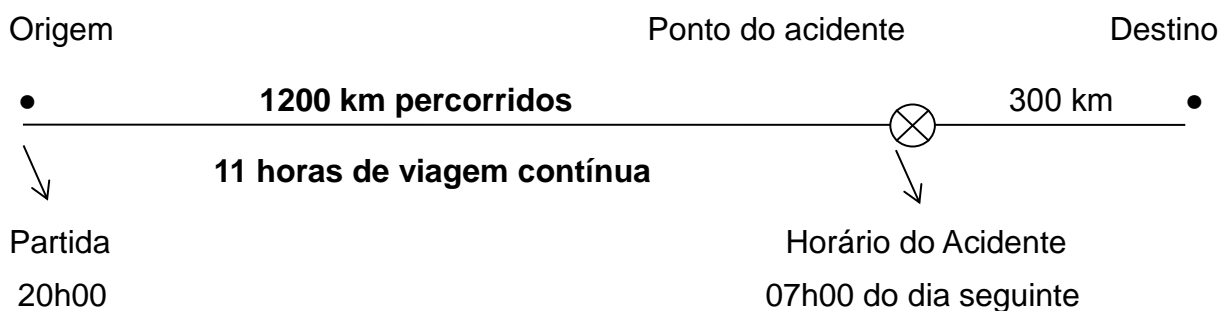
No entanto, no caminho percorrido há longos trechos, com tráfego intenso,

bem como, regiões com muitas oscilações e cursos em declives acentuados, podendo também influenciar nas causas de um acidente.

Então, de forma geral as particularidades da pista, as longas horas na direção, praticamente uma noite toda, e, certamente, a imprudência em dirigir em alta velocidade numa pista íngreme levam a crer que o motorista estaria com um esgotamento físico muito grande.

São fatores que podem evidenciar as causas da colisão, pois, no trecho do acidente há placas de sinalização, com limites de velocidade de 60 km/h; os quais não estão caracterizados na velocidade média desenvolvida no trajeto, correspondente a 110 km/h.

Veja o diagrama a seguir.



Limite de Velocidade permitido na maioria dos trechos da rodovia = 110 km/h.

Velocidade Média aproximada = 109,09 km/h, visto que foram percorridos 1200 km durante o tempo de 11 horas.

## 4.2 Simuladores para visualização

Procurando analisar de uma forma mais interativa para melhorar os exemplos trabalhados até aqui, é importante apresentar a base teórica sobre colisões, usando um simulador que está disponível aos usuários da internet por meio do sítio: <<http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>>.

Continuando com as mesmas variáveis e com os exemplos de grandezas citadas até então, verifica-se os dados no simulador, conforme explicito na sequência:

Figura 09. Veículos com a mesma velocidade e risco de colisão frontal.

The screenshot shows a web browser window with the URL [www.mrmont.com/games/carcollision.html](http://www.mrmont.com/games/carcollision.html). The main content is a black control panel titled "2 Car Collision Simulator" in yellow text. The panel contains a table with the following data:

	VEHICLE 1	VEHICLE 2
MASS	1000 kg	1000 kg
START V	4 m/s	-4 m/s
CURRENT V	4 m/s	-4 m/s

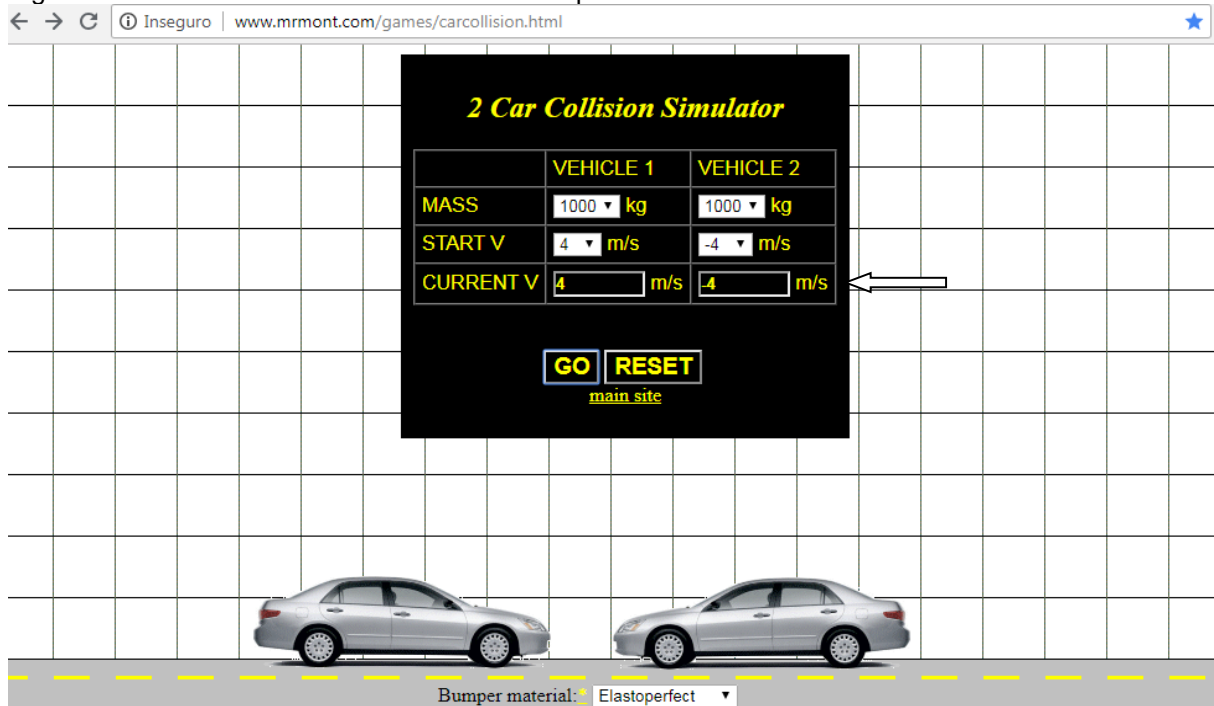
Below the table are two buttons: "GO" and "RESET", and a link "main site". At the bottom of the control panel, it says "Bumper material: Elastoperfect". Below the control panel, two silver cars are shown on a road, moving towards each other. The bumper material is set to "Elastoperfect".

Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Nesse caso, estamos considerando uma colisão perfeitamente elástica, na qual, ao ligarmos o simulador se apresentará uma sequência de efeitos, podendo melhorar didaticamente a exposição durante uma aula.

Conforme explicito nos cálculos da Figura 09, na qual usaremos uma seta indicativa para representar o sentido do movimento, o carro da esquerda segue com velocidade para direita e o carro da direita com velocidade para esquerda, ambos com a mesma velocidade.

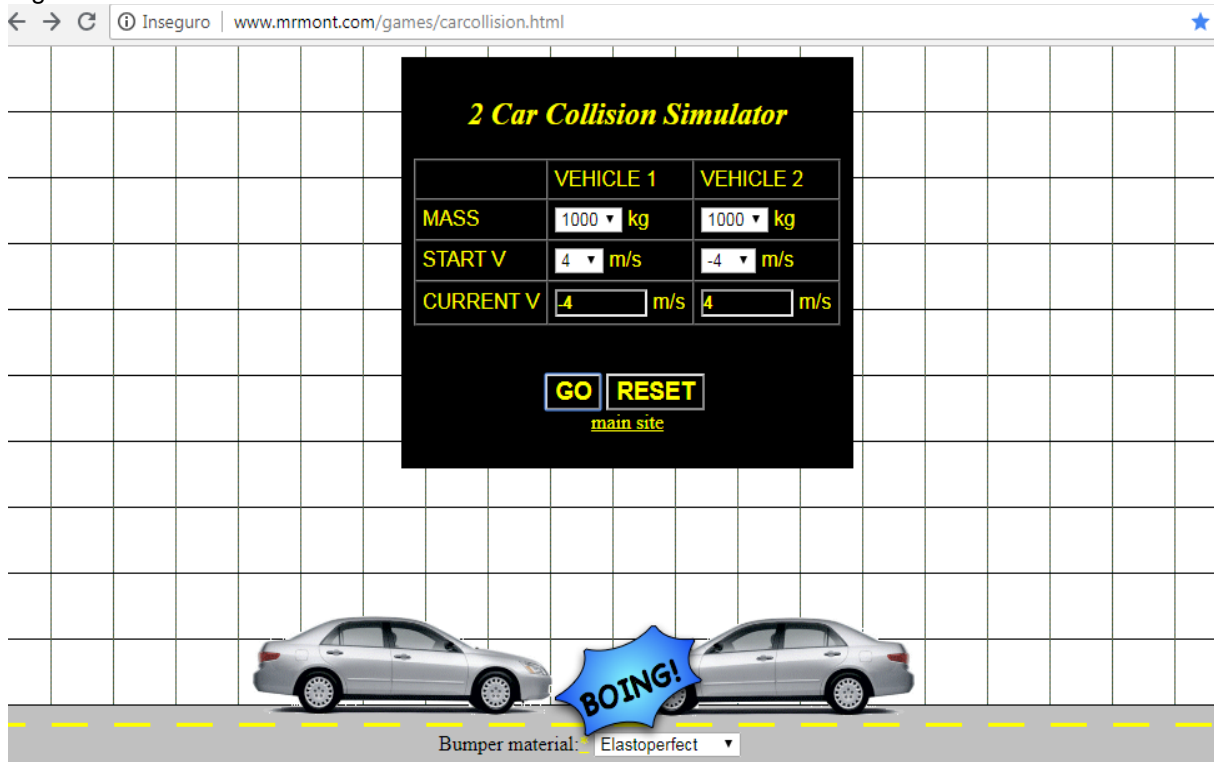
Figura 10. Veículos com a mesma velocidade e próximo de uma colisão frontal.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Agora, pode-se observar o momento da colisão, descrito na ilustração.

Figura 11. Veículos em colisão frontal.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>



A partir do momento em que houve a colisão, ocorreu um choque entre as duas partículas, ou pontos materiais, como definimos anteriormente, e considerando que os veículos possuem a mesma massa e estão com a mesma velocidade, é possível haver uma colisão elasticamente perfeita.

Figura 12. Veículos em colisão frontal com transferência de Energia.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Nesse caso resultará na transferência de Energia igualmente entre os corpos.

Figura 13. Veículos em sentidos opostos após colisão frontal e transferência de Energia.

The screenshot shows a web browser window with the URL [www.mrmont.com/games/carcollision.html](http://www.mrmont.com/games/carcollision.html). The main content is a '2 Car Collision Simulator' interface. It features a control panel with the following data:

	VEHICLE 1	VEHICLE 2
MASS	1000 kg	1000 kg
START V	4 m/s	-4 m/s
CURRENT V	-4 m/s	4 m/s

Below the table are buttons for 'GO', 'RESET', and a link to 'main site'. At the bottom of the interface, it says 'Bumper material: Elastoperfect'. The simulation area shows two silver cars on a road, with an arrow pointing from the left car towards the right car, indicating their initial direction of travel.

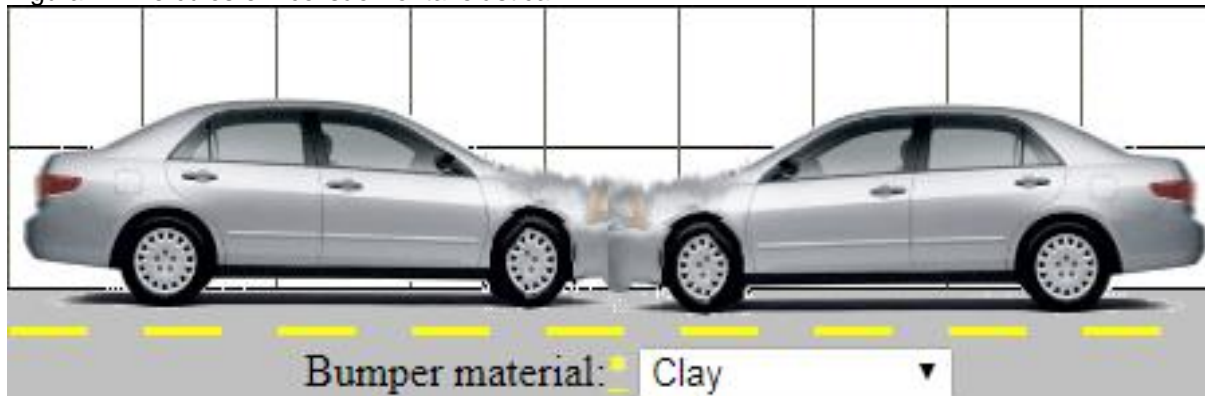
Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Observa-se que o sentido do movimento agora é contrário ao original, pois, o corpo representado pelo veículo A transferiu a Energia para o corpo representado pelo veículo B, e da mesma forma, o veículo B transferiu a Energia para o corpo

representado pelo veículo A.

Por outro lado, se a colisão não fosse perfeitamente elástica, ou seja, inelástica, teríamos uma deformação em ambos os veículos, no qual se deve levar em conta nos momentos de análise pericial.

Figura 14. Veículos em colisão frontal elástica.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Portanto, considerando uma colisão entre dois veículos iguais, ou seja, com a mesma massa, podemos obter uma colisão elástica, visto que após o choque, ambos mudarão a direção para o sentido contrário, pois um veículo transfere Energia para o outro e a Energia será transferida igualmente entre os veículos.

Caso contrário, se a colisão entre os corpos for inelástica e analisando o choque de forma macroscópica, há também a conservação de Energia, pois, Energia é a condição para realizar Trabalho. Por outro lado, sabemos que em um choque inelástico, haverá deformação da massa e em uma escala microscópica, a Energia Cinética é transformada em Energia Térmica e Sonora, no entanto, essas questões, ficarão para outras pesquisas.

Também nos falta apontar detalhes importantes na verificação dos fatos em torno de uma colisão, pois, consideramos apenas as situações de colisão em um plano horizontal para ambos os corpos observados. Mas sabe-se que a trajetória de uma pista de rolamento possui outras inúmeras características.

### 4.3 IML / Criminalística

Descobrir as causas de um acidente é um dos maiores desafios em uma perícia científica, conforme o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - IBICT.

Fatores básicos como cumprir as leis de trânsito vigentes orientam como obrigatoriedade, o cumprimento das normas de sinalização, a conservação do veículo condutor, bem como usar cinto de segurança.

Entre todos, é o que se apresenta no CNT - Código Nacional de Trânsito, destacado pelas CIRETRANS, conforme descreve Torres (2010).

O CNT proíbe o transporte de pessoas na carroceria aberta de camionetes e caminhões. Isso é plenamente justificável, pois, quando o veículo em movimento inicia uma curva, as pessoas, soltas na carroceria, tendem, por inércia, a manter a direção da velocidade inicial e a prosseguir em linha reta, para um observador situado no solo (considerado referencial inercial). Entretanto, do ponto de vista de um observador dentro da cabine do veículo (considerando referencial não inercial, por ter aceleração), as pessoas parecem ser arremessadas para fora da carroceria (TORRES, 2010, p.96).

Um desastre envolvendo colisões é um grande quebra-cabeça, que pode ser motivado por ação criminosa, sabotagem, falha humana, um ato de negligência entre outras razões.

Uma situação em que apresenta um fato com acidente automobilístico pode descrever um pouco dos acontecimentos, se analisar a dinâmica da colisão, criando condições de resultado, observando os vestígios deixados no local do acidente.

Fatores como limites de velocidade, bem como características da pista, situações climáticas, temperatura, inclinação dos raios solares e horários, podem significativamente corroborar a elucidação das causas de um sinistro.

Não podemos descartar quando há envolvimento de veículos, se ambos estavam condicionados a sistemas periódicos de revisão e manutenção e, assim, analisar se houvera alguma causa sobre falha mecânica.

Também, devem-se analisar algumas evidências, podendo chegar a conclusões determinantes sobre as causas de um acidente, por exemplo a falta de experiência, conhecimento do condutor sobre o veículo, tecnologia, trajetória

seguida, histórico do condutor e de acidentes nas imediações.

A Ciência Física como um todo, em particular a Física Forense, corresponde a investigações dessa natureza, na qual, o poder judiciário tenha mais subsídios no momento de elucidar um fato e dessa maneira, julgar de acordo com os trâmites jurídicos.

Essa Ciência possui pelo menos quatro objetos de estudo: Acidentes de Trânsito; Balística; Documentoscopia e Fonética Forense. Como citado no capítulo referente à Energia Cinética e Trabalho, o presente estudo prevalecerá, principalmente, no primeiro objeto citado.

Diante do contexto, elenca-se algumas questões para contribuir nas reflexões acerca do tema proposto: Quais eram os veículos envolvidos no local da colisão? Quais as características principais de cada um? Como se apresenta a distribuição de massa de cada veículo envolvido? Na colisão, houve o lançamento de condutores envolvidos? A trajetória do móvel poderia ser semelhante à de um projétil (bala de munição)? Ao despencar em um penhasco, qual seria sua trajetória? Havia curvas ou desvios na pista?

Dessa forma, se tem um grande arsenal ao observar um acidente automobilístico, assim como pode-se imaginar as mais diferentes possibilidades diante de um fato, gerando muitas dúvidas e/ou necessidades de investigação para obter respostas investigativas sobre o acontecimento.

Nesse sentido, o perito Osvaldo Negrini Neto afirma que

em muitos casos, não existem elementos técnicos suficientes para uma reconstrução cientificamente perfeita de um acidente de trânsito. Isso se deve, principalmente, ao fato de que a coleta de dados nos locais de ocorrências da espécie depende de vários fatores, como o tempo disponível, as condições do local, visibilidade, equipamentos, etc., nem sempre favoráveis. Em resumo, trabalha-se com o que é possível, não com o que é ideal. Assim mesmo, as colisões ocorridas em cruzamentos – perpendiculares ou não – podem ser satisfatoriamente resolvidas com aplicações diretas de princípios elementares de Dinâmica destacando-se o princípio de Conservação de Quantidade de Movimento (NETO, 2002, p. 124).

Assim, verifica-se, por exemplo, onde o veículo estava, qual foi sua trajetória, onde chegou e assim por diante, analisando marcas deixadas no local,

características comuns ao tipo de acidente ou ocorrências com a mesma natureza já registradas.

Partindo desse pressuposto, é necessário analisar, primeiramente, antes de qualquer conclusão, o fato por meio dos princípios investigativos, a Dinâmica das Colisões entre os corpos (veículos) envolvidos, no caso, os estudos com interpretações teóricas envolvidas da Mecânica das Colisões.

A Dinâmica como resultado presente em uma colisão, pode ser analisada através da observação do deslocamento após o choque, também as variações combinadas com a velocidade, assim como composição e densidades das massas de cada corpo. Por isso, faz-se necessário o perito com noções básicas dessa Ciência.

Os resultados em proporções de um acidente só ficam aparentes estando no local da ocorrência, pois as evidências se tornam mais claras quando a observação principal é ocular, ou mesmo, observando os resultados de massa compactada.

Assim como é visto no exemplo de colisão envolvendo o meio de transporte com passageiros, pois “Em 5 de outubro de 1999, um trem de passageiros saindo de Londres colide com um trem que estava chegando, somando uma velocidade combinada de 209km/h (Segundos..., 2018)”.

Figura 15. Segundos Fatais - Acidente de Trem.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=4OefqYdNkjs>

A imagem da Figura 15 é parte de um vídeo ilustrativo que está representando um acidente real. A elaboração das imagens em cada cena procura apresentar hipóteses com simulações, na intenção de encontrar respostas efetivas para explicar as causas do acidente.

#### **4.4 Orientações educativas e questionário de entrevistas (antes e depois)**

##### **Coleta de Dados**

Ao destacar alguns estudos acerca da realidade sobre uma colisão, podemos caracterizar, muitas vezes, fato descrito como sinistro, tal qual, podemos enfatizar o assunto aqui abordado, como subsídio para auxiliar nas aulas de Física, em se tratando das ações pedagógicas e estímulo na aprendizagem.

Como apoio, devemos levar em consideração as afirmações destacadas por Davantel, onde expressa:

A violência no trânsito está longe de ser controlada e está inserida no contexto mais amplo da violência urbana. Esta violência está gerando uma legião de vidas perdidas e de pessoas incapacitadas para uma vida integrada à sociedade. (DAVANTEL, 2008, p. 40).

Portanto, elencamos como prática inicial, a sondagem da atual concepção de algumas turmas do CENBB – Colégio Estadual Neide Bertasso Beraldo - EFM, pelos alunos, adolescentes e jovens, do Ensino Fundamental (8º e 9º anos) e Ensino Médio (2º e 3º anos), da cidade de Paiçandu.

Algumas perguntas foram apontadas pensando na experiência de vida desses alunos, os quais ainda são menores de idade, mas com maturidade quanto a sanções disciplinares, tendo em vista os inúmeros critérios em torno da lei e suas efetivas consequências.

Por isso, elenca-se o APÊNDICE C, com um questionário aplicado antes e depois da realização deste trabalho, breve explanação em tabelas e amostra com gráficos.

Da mesma forma, meios alternativos para o ensino de Física contextualizado, relacionado com os acidentes de trânsito, realizando estudos investigativos sobre as colisões e as suas diferentes causas e alguns apontamentos de segurança para os motoristas condutores.

Por meio dos caminhos percorridos até aqui, além do produto educacional produzido neste trabalho e como princípio educativo, as considerações sobre as causas de colisões no trânsito e como prevenir acidentes são apontadas, visto que o objetivo principal é a melhoria da qualidade do ensino.

A partir dessa ótica, destaca-se alguns conceitos que são descritos pelo Governo do Estado do Paraná, em que o DETRAN-PR alerta os motoristas para prevenir acidentes.

Existem procedimentos que, quando praticados conscientemente, ajudam a prevenir ou evitar acidentes. Podemos chamar estes procedimentos de Método Básico na Prevenção de Acidentes e aplicá-los em qualquer atividade no dia-a-dia, que envolva riscos. Podemos aplicá-los, também, no ato de dirigir, desde que conheçamos os fatores que mais levam à ocorrência de um acidente. Além de conhecer estes fatores e os tipos de colisões, você deve estar preparado em todos os momentos, para atitudes que ajudem na prevenção. Ver, pensar e agir com conhecimento, rapidez e responsabilidade, são os princípios básicos de qualquer método de prevenção de acidentes. As estatísticas mostram que é grande o número de acidentes que ocorrem envolvendo dois ou mais veículos e que as colisões mais comuns são chamadas de 'tradicionais', por peritos ou órgãos ligados ao trânsito, além de outros fatores (DETRAN-PR, 2018, p.1).

Além dessas orientações, foram utilizadas as informações presentes no site do DETRAN como complemento a este trabalho de procedimentos preventivos para evitar acidentes, tal como são descritas: Colisão com o veículo da frente; Colisão com o veículo de trás; Colisão frente a frente; Outras colisões com dois ou mais veículos; Colisão com pedestres; Colisão com animais; Colisão com objetos fixos; Colisão com trens; Colisão com bicicletas e Colisão com motocicletas.

O espaço nos direcionou a mais possibilidades com orientações educativas como a prevenção de acidentes (DETRAN-PR, 2018) para condutores ou não, preparando motoristas a um comportamento mais seguro, visando à prevenção para evitar os acidentes de trânsito.

Estas orientações foram impressas e disponibilizadas aos alunos e professores envolvidos no foco deste trabalho, e assim, podendo também beneficiar de forma direta ou indireta, todos em torno da proposta. Em anexo cópia integral do texto do DETRAN com essas orientações.

Paralelo ao período de estágio supervisionado houve a possibilidade de elaborar um Banner, em especial, produzido para participação do V EBEF – Escola Brasileira de Ensino de Física realizado em Blumenau – SC, entre os dias 27 a 31 de agosto, na qual também trouxe contribuições para as aulas durante o estágio.

## 5 RELATO DE EXPERIÊNCIA: PLANO DE TRABALHO

### 5.1 Fundamentação para o Plano de Trabalho

Com o objetivo de estabelecer a conexão mais próxima com as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, busca-se contemplar um dos eixos de organização do ensino, como previsto a serem ofertados na subdivisão dos Conteúdos Estruturantes para o ensino de Física.

A linha escolhida foi Movimento como conteúdo Estruturante, visto que, o desafio proposto aqui é o de contribuir na ação docente, um ensino público de qualidade, visando ensinar Física de maneira atraente e correlacionando-a ao cotidiano do aluno.

Entre estas propostas, faz-se importante lembrar que o ato de ensinar Ciências não deve acontecer apenas para reproduzir o conhecimento historicamente construído, mas também para promover uma formação para se fazer Ciência, oportunizar ao educando o despertar investigativo, alfabetizar-se, trazendo uma retrospectiva conforme a LDB, assim como, enfatiza Sasseron in Carvalho (2010).

[...] espera-se contribuir para o desenvolvimento de habilidades que permitam a um cidadão atuar na sociedade contemporânea. Isso implica a possibilidade de ele compreender, intervir, investigar e participar das discussões que envolvem sua realidade. [...] Nesse cenário, o papel do professor em sala de aula era de informar o conhecimento aos seus alunos. [...] A preocupação com a formação geral dos estudantes demanda entender estas fronteiras: não basta mais que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares; é preciso formá-los para que sejam capazes de conhecer esses conteúdos, reconhece-los em seu cotidiano, construir novos conhecimentos a partir de sua vivência e utilizá-los em situações com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida. A educação escolar deixa de ter a obrigação de explorar apenas os assuntos de cada disciplina e precisa formar os alunos para viver em sociedade (SASSERON, p. 4 e 5, 2010).

Da mesma forma como os apontamentos realizados por Sasseron (UEM, 2018) afirmando “O trabalho científico é social”, ou seja, na educação defendendo a legitimação do conhecimento, visando buscar o racional no que é importante para os nossos alunos, a aprendizagem para a mudança social.

Quanto aos princípios de investigação, Sasseron (2018) aponta observar



também aquilo que muitas vezes fazemos, pois em geral, discute-se as propostas que em prática deram certo. Mas, por outro lado, nas investigações há muitas situações com limites, pois na maioria das vezes, não se discute o que não deu certo.

Como a Física é uma Ciência da natureza, procura-se associá-la aos estudos de Mecânica, na qual é uma área muito abrangente e de suma importância para entender os fenômenos do movimento acerca da realidade, quando há colisões entre corpos e os mesmos carecem de explicações para desvendá-los.

Para tanto, o desafio principal deste trabalho é o apontamento para uma necessidade social, na qual destacamos a contribuição da Física Forense nas investigações criminais dos acidentes de trânsito, contextualizando com os conteúdos de Mecânica previstos pelas DCEs, nos Planos de Trabalho Docente, pois, [...] é, portanto, o *currículo em ação*. Nele estará a expressão singular e de autoria, de cada professor, da concepção curricular construída nas discussões coletivas (DCEs de Física, p. 92, 2008).

Visto que o público alvo principal são os alunos, selecionamos alguns dos tópicos principais que contemplam os conteúdos estruturantes:

- i. Movimento
- ii. Conservação de Momentum (Energia)
- iii. Leis de Newton
- iv. Colisões e Velocidades
- v. Trabalho e Impulso
- vi. Física Forense.

O conhecimento nesta relação surge para aprender construindo significados, assim, observamos os apontamentos de Ausubel in Moreira (2012):

Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão

interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído (MOREIRA, p.5, 2012).

No entanto, a aprendizagem de fato se consolida quando reúne-se um conjunto de variáveis, no qual, julgamos como meios que influenciarão diretamente nas ações do professor para ensinar e os alunos para aprender, adquirirem conhecimento.

Por outro lado, podem-se remeter essas ações fazendo uma relação direta entre escola e sociedade. Os conteúdos de Física sendo pautados a partir da observação dos acidentes de trânsito e analisados com base científica, dando solidez sobre o que é ensinado.

O professor é o mediador principal disso tudo. Ele é o condutor do conhecimento científico, cultural e social, podendo encaminhar suas aulas amparadas com as matrizes curriculares para composição do Plano de Trabalho Docente e, com isso, disseminar o conhecimento.

Os conteúdos propostos estão de acordo com a maioria dos Planos de Trabalho Docente das escolas, que contemplam o Plano Curricular Nacional e também, conforme prevê as Diretrizes Curriculares Nacionais e do Estado do Paraná.

As atividades propostas estão em comunhão com os temas apontados anteriormente, bem como os associados aos conceitos da Mecânica Clássica, em estudos das interações na conservação do movimento e também das colisões.

O desenvolvimento dos conteúdos visa observar a interação dos fenômenos físicos da natureza, tal quais os meios de condução relacionados aos acidentes de trânsito geral, como necessidade social de análises científicas com base na Ciência Física, proporcionando condições para perícia.

De acordo com o tema de pesquisa 'Física Forense Aplicada Ao Ensino Da Mecânica', sendo o mesmo aplicado na Educação Básica, procura-se associá-lo às situações tradicionais previstas em sala de aula, no qual, muitas vezes, são ensinados de forma repetitiva e pouca atrativa, para uma alternativa, talvez mais contextualizada, conforme situações reais de movimento e colisões, onde promove consequências de investigação e assim, colaborando para um ensino de Física mais atraente e com significado na vida do aluno.

Temas que foram objeto de especulação e reflexão, [...] daí por diante pelo crivo do olhar objetivador da ciência. [...] As ciências passaram a fornecer explicação sobre a estrutura do universo físico, sobre a constituição dos organismos e, mais recentemente, sobre o homem e a sociedade. [...] passou a abranger setores cada vez mais restritos da realidade, tendo, no entanto, se tornado cada vez mais aguda em suas indagações; se não lhe é dado mais abordar o cosmo, pois a física e suas leis e teorias o faz mais apropriadamente, [...] se volta para a situação atual e pergunta-se: o que faz de nós este ser que hoje somos? [...] (o) que é o conhecer e de como se dá a relação entre mente e mundo (ARAUJO, 2003, p. 24).

Para isso, inicia-se este trabalho a partir de um questionário investigativo da concepção das ideias em torno dos conceitos básicos sobre os princípios investigativos de um acidente de trânsito, colisões, na qual procura investigar as causas reais com princípios físicos, relacionando-a às necessidades forenses.

Depois, assim como na sequência explicitada anteriormente, se inicia a abordagem de alguns temas referentes ao espaço e tempo, para então introduzir as ideias relacionadas ao movimento, aproximando à realidade dos alunos, principalmente, acerca do movimento no trânsito.

Cabe ressaltar as diretrizes, pois

[...] o reconhecimento da Física como um campo teórico, ou seja, consideram-se prioritários os conceitos fundamentais que dão sustentação à teoria dos movimentos, pois se entende que, para ensinar uma teoria científica, é necessário o domínio e a utilização de linguagem própria da ciência, indispensável e inseparável do pensar ciência. Portanto, é fundamental o domínio das ideias, das leis, dos conceitos e definições presentes na teoria e sua linguagem científica; as relações da Física com a Física e com outros campos do conhecimento (PARANÁ, 2008, p.93).

Após a tabulação dos dados, as inserções teóricas apresentadas na dissertação desse produto apresentaram algumas sugestões de aulas que foram aplicadas diretamente em sala de aula.

As aulas foram elaboradas como uma opção para o professor, podendo ser utilizado como material de apoio, no qual cada módulo de aula poderá ser adequado ou readequado constantemente conforme a realidade dos alunos, da escola e do próprio professor.

Os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio fazem parte do público alvo principal, visto que estão em curso pela disciplina de Física, e os estudos sobre Mecânica dos Movimentos podem ser abordados independentemente de alguns pré-requisitos.

## 5.2 Aplicação do Produto Educacional: Implementação

### Módulo 01 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Apresentação do tema: “Física Forense Aplicada Ao Ensino Da Mecânica” e Questionário de Entrevistas.
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

<b>EMENTA</b>	
Concepções de Ciência Física, história, conhecimento dos alunos, grade curricular das áreas de exatas, ensino contextualizado, educação, conteúdos estruturantes, aprendizagem através da linguagem popular e científica, técnicas experimentais e formação do professor.	
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Breve História da Ciência;</li><li>• O ato de ensinar e aprender exatas;</li><li>• Ensino-aprendizagem das exatas na Educação Básica;</li><li>• A Física contextualizada;</li><li>• Introdução sobre as ideias de movimento;</li><li>• Teoria das Leis de Newton;</li><li>• A Física dos acidentes de trânsito;</li><li>• A Física Forense;</li><li>• Questionário para sondagem inicial.</li></ul>	
<b>OBJETIVOS</b>	
<b>GERAL</b> Estabelecer relações em torno do tema proposto com breve exposição dos procedimentos do trabalho que será desenvolvido na pesquisa.	
<b>ESPECÍFICOS</b> Aplicar o questionário diagnóstico;	

Descrever brevemente a História da Ciência e as contribuições científicas a partir de alguns nomes da Física;

Identificar alguns conceitos populares com definições da Ciência Física;

Exemplificar situações de trânsito que possam ser contextualizados com os conceitos da Mecânica Clássica;

Comparar as ações sociais de profissões técnicas de perícias com os conteúdos de Física.

#### BIBLIOGRAFIA

ARAUJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física – UFRGS - Porto Alegre – RS. 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>>. Acesso em 01 março de 2018.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

#### TRABALHO AVALIATIVO

Identificar a reação dos alunos diante do tema proposto com as reflexões elencadas e observar o processo de ensino-aprendizagem e projeto de aula.

Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos ou encontrar dificuldades a partir da aplicação do questionário.

#### Feedback:

As aulas foram distribuídas conforme a disponibilidade dos professores no turno do estágio, os quais teriam ao menos duas aulas no dia proposto ao trabalho. Nesta primeira aula houve disponibilidade para atender duas turmas de 3º anos juntamente com a professora de Língua Portuguesa e uma turma do 8º ano com a professora de matemática.

As aulas foram iniciadas com uma ligeira apresentação do Programa Nacional do Mestrado Profissional em Ensino de Física, enfatizando a importância da atuação do professor como estudante e o quanto isso colabora no desenvolvimento da qualidade do ensino.

Primeiramente, houve uma breve reflexão apontando alguns benefícios proporcionados à sociedade como as tecnologias geradas por conta dos avanços da pesquisa científica, dos resultados obtidos através da Ciência, todas construídas historicamente pela humanidade.

Foram expostos alguns apontamentos destacando o conforto proporcionado pela Ciência e a tecnologia, através dos bens de consumo como fornecimento da eletricidade, nos proporcionando luz e condicionamento de calor, bem como as invenções da lâmpada e as máquinas térmicas e o benefício social.

Além disso, foi feita uma breve reflexão sobre os avanços sociais e conquistas econômicas pela contribuição da Ciência, bem como o crescimento dos centros urbanos e a logística dos meios de transporte. Também, falou-se acerca do crescente número de veículos como alternativas dinâmicas para transporte mais eficaz e rápido.

Para reflexão, foi destacado o quanto é difícil organizar a vida urbana, diante da aglomeração de pessoas, considerando os meios de locomoção, alternativas de condução, logísticas do transporte de pessoas e de cargas, viabilidade econômica, riscos e segurança.

A partir desse contexto, foram realizadas algumas observações do trânsito em geral, lançando as perguntas: “Quem está na sala de aula e sabe dirigir? Quem possui a carteira de habilitação? Alguém é maior de idade? Quanto às leis de trânsito, elas são cumpridas? Já presenciaram um acidente de trânsito? Puderam observar o que de fato aconteceu?”.

A partir da primeira pergunta, foi notável como vários alunos ergueram a mão e disseram que já dirigiram. Na segunda e terceira, ninguém ergueu a mão, até mesmo porque são do Ensino Fundamental e Médio das séries regulares e não poderiam ser maiores de 18 anos.

Sobre as demais perguntas as respostas foram diversas, conforme as leis de trânsito e muitos alunos apontaram que a maioria dos motoristas não a respeita. Também afirmaram que na maioria das vezes os acidentes poderiam ser evitados. Outros comentaram ter presenciado e se envolvido em um acidente.

Próximo ao encerramento da aula, os alunos responderam ao questionário, conforme o APÊNDICE C deste trabalho, no qual realizou-se uma sondagem sobre

seus conhecimentos prévios sobre o trânsito como: se presenciou colisões, quais as relações destas próximas às ideias estudadas na Física e sua aplicação profissional em áreas técnicas para realização de perícias.

No entanto, se faz importante lembrar, pois nos anos finais do Ensino Fundamental, os poucos estudos sobre a Física são ofertados na disciplina de Ciências, e as séries do Ensino Médio já estudaram de alguma forma os conteúdos acerca do tema em pesquisa, quando cursaram o primeiro ano.

A aula foi encerrada com a participação dos alunos e dos professores, bem como foi feito recolhimento do questionário para a tabulação de dados posterior.

## Módulo 02 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Conservação de Momentum (Energia)
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a Ciência do movimento através de observações dos efeitos e conservação de Energia, movimentos oscilantes e contínuos, constituição de Força, bem como as interpretações populares.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Pontos materiais;
- Grandeza Escala e Vetorial;
- Movimentos;
- Momento Linear;
- A Física do repouso e do movimento contextualizados;
- A Física dos acidentes de trânsito.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Discutir os fenômenos físicos através do movimento entre os corpos.

#### ESPECÍFICOS

Relacionar os movimentos estudados na Física com a dos automóveis;

Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;

Explanar as relações entre massa e movimento de um corpo;

Destacar o movimento da massa como Energia;

Explicitar as colisões como efeito e causa na deformação da massa.

### BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.



\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

### **TRABALHO AVALIATIVO**

Observações sobre os alunos a partir das reflexões dos conteúdos elencados como proposta de ensino-aprendizagem conforme plano de aula.

#### **Feedback:**

Nesta segunda aula houve a disponibilidade para atender duas turmas de 3º anos juntamente com a professora de química e, na outra turma, com a de matemática. Na turma do 8º ano com outra professora de matemática.

A aula foi iniciada com leituras e discussão oral e a exposição das relações entre referencial, tempo, espaço e movimento, definindo algumas considerações sobre a localização e conceito nas implicações que relacionam um ponto com a matéria em deslocamento.

Essa condição inicial foi introduzida com o objetivo de formalizar a ideia abstrata para representação de um ponto material, ou seja, uma forma de expor o que podemos observar quando algo está em movimento e pode ser um grande volume de matéria e estar em movimento podendo ser representada apenas por um ponto.

Foi realizada uma breve exposição com desenho no quadro sobre as relações de campo de Força, mostrando a interação de alguns corpos, por exemplo, o que mantém os astros em movimento no sistema solar, como são observados e quais são as relações de Forças presentes entre dois corpos em movimento.

Com essas ideias em debate, foi feita a explanação das reais situações dos veículos que ocupam os espaços no trânsito, o movimento destes, os referenciais ali presentes, as normas para condutores, bem como as leis e legislações vigentes acerca do espaço ocupado nas vias públicas.

A proposta visa realizar uma relação direta, definindo a construção abstrata de um ponto material com os veículos em trânsito, visto que os mesmos estão submetidos ao movimento, deslocamento de matéria, bem como referenciais a serem adotados.

Para tanto, foi destacado as relações entre as medidas de Força aos

estudos relacionados com a Mecânica do movimento dos automóveis, e assim, demonstrar evidências físicas com os acidentes de trânsito, tais como, estudo das relações sobre os efeitos de colisões, podendo se destacar como as elásticas e inelásticas.

Alguns alunos comentaram sobre a primeira vez que dirigiram. Um deles relatou que quase destruiu um muro. O outro disse que se enganou para engatar a marcha ré, causou uma grande arrancada e colidiu com o carro da frente. No entanto, os relatos são de alunos do Ensino Fundamental e Médio, na qual são menores de 18 anos e não possuem habilitação.

Outra situação foi apontada pela professora na qual presenciou a imprudência de um motorista caminhoneiro que realizou uma viagem de 800 km com uma roda fixa no eixo com apenas um parafuso. Nesse caso, a roda se soltou em movimento, prosseguindo na direção tangente a uma curva muito perigosa e em trecho de serra.

Em outra turma, uma aluna relatou um fato ocorrido há poucos dias, em que uma jovem moça de apenas 28 anos morreu por causa da imprudência. Nesse acontecimento, os motoristas condutores nada sofreram, mas um deles realizou uma conversão não permitida, ocasionando a colisão de uma motocicleta com a lateral de um veículo, na qual lançou a moça na direção do movimento.

Com as reflexões, antecipadamente, foi possível ressaltar as relações entre repouso e movimento nos acidentes de trânsito, associando-os à inércia, a qual seria caracterizada nas próximas aulas ao abordar melhor os conceitos conforme os estudos definidos nas Leis de Newton.

As situações de movimento no trânsito foram associadas a princípios básicos de segurança, quando uma pista de rolamento possui aderência suficiente para garantir a estabilidade de um veículo em movimento, na qual podemos relacionar os coeficientes de atrito de determinados materiais com os do piso asfáltico e a rugosidade dos pneus.

Por fim, os conceitos gerais para concluir os estudos acerca de um corpo em movimento, relacionando-os com acidentes de trânsito, destacando os referenciais observados como meios de conservação de Energia, bem como as resultantes variáveis de Força, atrito, ponto material e momento linear.

### Módulo 3 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Leis de Newton
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

#### EMENTA

Leis de Newton, suas implicações, dinâmica dos movimentos no plano, as interações a partir da gravidade, as relações entre movimento, Força, massa e aceleração.

#### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Aceleração da Gravidade;
- Aceleração e Movimento:
- Queda livre dos corpos;
- Princípio da Inércia;
- Força e Movimento;
- Leis de Newton;
- Momento Linear.

#### OBJETIVOS

##### GERAL

Adquirir conhecimentos para observar os fenômenos físicos através do movimento entre os corpos e as leis naturais que as caracterizam.

##### ESPECÍFICOS

Relacionar o repouso e o movimento estudado na Física com o dos automóveis no trânsito;

Apresentar a Inércia relacionando às ideias sobre movimento dos corpos e os acidentes de trânsito;

Identificar a Inércia com o movimento e os sistemas de Freios;

Relacionar o deslocamento dos veículos com os movimentos uniformes e variados;

Fazer analogia da inércia e o uso do cinto de segurança com o lançamento dos corpos no caso de uma colisão;

Expor as relações entre massa e movimento de um corpo como constituintes de Energia.

#### BIBLIOGRAFIA

ARAUJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física**. In CARVALHO, A.N.P. (coord) Ensino de Física – Coleção Ideias em Ação – São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

<http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

#### TRABALHO AVALIATIVO

Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.

#### Feedback:

O tema elencado foi iniciado apresentando um pouco da História da Ciência com a descrição dos conflitos entre as ideias de Aristóteles e de Galileu, que contribuíram apontando teorias divergentes entre si, promovendo, com isso, questionamentos investigativos e a realização de experimentos.

O momento foi de discussão para despertar os anseios da investigação e levantamento de possíveis hipóteses e descrever as causas de um acidente de trânsito. Também, foi realizado alguns questionamentos para informar as evidências e explicar melhor os fenômenos, resultantes de uma colisão.

Além disso, houve reflexões sobre a conservação de Energia e deformação de massa, as relações diretas com os corpos em movimento, a velocidade e os corpos em repouso, para conceituar de forma prática e teórica, a Lei da Inércia como

descreve a primeira Lei de Newton.

Foram expostos alguns vídeos mostrando os acidentes de trânsito e destacando as colisões entre veículos, os efeitos quando ambos estão em movimento ou em repouso, como também as colisões laterais e com obstáculos fixos, juntamente com a diferença de velocidade.

Também, fez-se o uso de alguns simuladores disponíveis na internet e em vídeo, destacando os efeitos no momento de uma colisão e as relações com o uso ou não dos cintos de segurança, bem como as colisões entre diferentes massas, direções, velocidades e efeitos com ou sem deformação.

No momento conforme eram destacadas as imagens, os alunos apontaram algumas observações, por exemplo, os resultados para veículos com proporções desiguais, no caso de um pequeno fusca (pouca massa) e um caminhão (muita massa) no momento de uma colisão.

A partir das considerações, os estudos acerca do movimento para definir a 2ª Lei de Newton, ou seja, o Princípio Fundamental da Dinâmica, referenciando o deslocamento de um corpo através da velocidade, destacando os conceitos de Força, massa e aceleração.

Dessa forma, as definições que implicam nas variáveis sobre a Força com base em deslocamentos horizontais ou inclinados e ainda caracterizados a partir do movimento em queda livre, a aceleração da gravidade e da Força Peso.

Em análise ao conceito de Força e movimento, foi possível abordar sobre a aplicação em ponto material, na qual a Força como ação, causa e efeito, resultando em uma reação de mesma intensidade, contrária ao sentido da Força, como descreve a 3ª Lei de Newton.

## Módulo 4 – PLANO DE TRABALHO

CURSO	Colisões e Velocidades
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a Ciência do movimento por meio de observações sobre os fenômenos das colisões, bem como a conservação de Energia e movimento relacionados com os ocorridos em acidentes de trânsito.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Colisões Elásticas e Inelásticas;
- Velocidades Instantâneas e Médias;
- Deformação de Massa;
- Coeficientes de Atrito;
- Movimentos e Pistas Escorregadias;
- Contextualização do Momento Linear e movimento dos veículos
- A Física presente nos Acidentes de Trânsito.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Reconhecer os fenômenos físicos através do movimento, a variação da velocidade e as colisões entre os corpos.

#### ESPECÍFICOS

Abordar alguns exemplos nos quais acontecem as colisões;  
Relacionar o movimento estudado na Física com o dos automóveis;  
Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;  
Explicar as relações entre massa e movimento de um corpo.

### BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física**. In CARVALHO, A.N.P. (coord) **Ensino de Física – Coleção Ideias em Ação** – São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

### TRABALHO AVALIATIVO

Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.

#### Feedback:

O início foi com exposição oral sobre as ideias que há no meio social, observando os fenômenos naturais acerca das colisões e relacionando-os diretamente a corpos em movimento se colidindo, os quais se apresentam de duas formas: as Colisões Elásticas e as Inelásticas.

Quanto às colisões de uma forma geral, foi lembrada a ocorrência nas jogadas de uma mesa de sinuca, pois é um jogo para lazer muito popular e requer algumas habilidades e muita atenção. No entanto, há de se observar o Impulso no momento da tacada, a direção que pretende movimentar a bola de ataque e as demais bolas para acertar, ou seja, colidir.

O jogo é sugerido por analogia entre dois corpos em movimento: supondo que cada bola do jogo fosse a massa de um veículo em movimento e a mesa na qual estão dispostas as bolas, o plano que se assemelha a uma pista de rolamento no trânsito.

Destacando a realização de uma tacada efetivamente, onde ocorrerá uma colisão e a situação na mesa de sinuca, poderá ser definida como uma colisão elástica, visto que não haverá deformação da massa que compõe as bolas em choque. A mesma interpretação foi relacionada aos veículos que sofreram colisões

sem deformá-los.

Por outro lado, uma bola de mesmo volume e com massas diferentes, uma totalmente rígida e outra com material inferior e maleável, certamente ocorrerá alteração na forma inicial com deformação, pois assim se evidenciam os conceitos sobre colisões inelásticas.

A partir dessas ideias, ressaltou-se com informações sobre as pistas escorregadias, as quais podem influenciar na direção do movimento inicial e do deslocamento de matéria e nas condições de aderência, podendo-se relacionar a rugosidade de um pneu com a pista de rolamento e assim definir coeficiente de atrito.

Exposição com desenho no quadro mostrando uma curva e um veículo seguindo por sua trajetória, na qual há uma Força direcional tangente à curva, devendo-se levar em conta a trajetória, podendo ser mantida por outros meios como as Forças de atrito entre a pista e o pneu em movimento.

Com descrição dessas relações, conceituaram-se as evidências de um acidente de trânsito, descrevendo o momento linear, tal qual podem ser observados analisando ponto a ponto na descrição de uma trajetória onde houve um acidente de trânsito nas colisões entre veículos.



## Módulo 5 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Trabalho e Impulso – Conservação de Energia
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a conservação do movimento e o Trabalho dinâmico através do movimento dos corpos, a conservação de Energia, movimento contínuos e oscilantes e concepções populares.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Princípio da Quantidade de Movimento;
- Trabalho de uma Força;
- Deslocamento, Trabalho e Energia;
- A Física do repouso e do movimento contextualizados;
- A Física dos acidentes de trânsito.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Descrever o movimento como resultado da interação de forças no corpo.

#### ESPECÍFICOS

Associar os conceitos de aplicação de Força com a realização de Trabalho;  
Relacionar o Trabalho dos corpos com o movimento dos automóveis estudado na Física;  
Expor as ideias sobre Trabalho com movimento dos corpos e os acidentes de trânsito;  
Explanar as relações entre deslocamento de massa e movimento de um corpo;  
Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;  
Explanar as relações entre massa e movimento de um corpo.

### BIBLIOGRAFIA

ARAUJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

### TRABALHO AVALIATIVO

Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.

#### Feedback:

A aula foi iniciada reapresentando os conteúdos anteriores, conceitos básicos sobre Mecânica, as Leis de Newton e os princípios sobre os diferentes tipos de colisão, para analisar as causas e efeitos físicos em um acidente de trânsito.

Alguns vídeos foram selecionados e apresentados para os alunos mostrando leis e regras de trânsito. Durante um momento, ficou em projeção a imagem de um cavaleiro praticando hipismo, na qual o cavalo para bruscamente e lança o cavaleiro no sentido horizontal do movimento.

Outro vídeo de utilidade pública para conscientização apresenta um veículo com os faróis desligados, pouca sinalização e nenhuma visibilidade, que atinge bruscamente um motociclista pela lateral, lançando a moto e o piloto a uma distância considerável, analogamente aos estudos sobre inércia e conservação de Energia.

Nesse momento, discutiram-se as semelhanças que ocorrem quando os ocupantes de um veículo usam o cinto de segurança, consequências em não usar o cinto em momento de colisão, associando os fatos exemplificados com a Inércia, como definida na primeira Lei de Newton.

Outro vídeo demonstrando os efeitos das colisões por pequenos veículos na parte traseira de caminhões parados ou em baixa velocidade, na qual, as leis de trânsito orientando o afastamento mínimo como margem de segurança e o condutor, numa emergência, conseguir frear o veículo evitar colisão.

Também a imagem de uma colisão traseira demonstrando os efeitos físicos de deformação, utilizando o fato como exemplo para diferenciar os efeitos de uma

colisão elástica ou inelástica.

Outras imagens de colisões frontais por condutores imprudentes. Ultrapassagem em via com faixa amarela contínua, placas indicativas da proibição de ultrapassagem em local com pouca visibilidade e fluxo de veículos em sentido contrário.

Alguns dos alunos fizeram perguntas e observações, afirmaram ter presenciado situações semelhantes às imagens e aos vídeos expostos. Lembraram que a imprudência, os limites de velocidade, a violência no trânsito são consequências diretamente relacionadas com a Ciência Física e suas leis naturais.

As imagens e vídeos chocaram os alunos por apresentarem situações muito reais e que poderiam ser evitadas, como acidentes causados por imprudência, fatores que influenciaram e suas causas, prevenção, relação com o cotidiano, limites físicos.

Ao observar as várias imagens e vídeos, discutiram as evidências reais que podem ocasionar um acidente de trânsito, visto a dinâmica dos acidentes, afirmando as causas quando podem ser observadas e levantando hipóteses quando necessários para investigações forenses.

## Módulo 6 – PLANO DE TRABALHO

CURSO	Física Forense – Questionário de Entrevistas
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a Ciência do movimento através do trânsito, observações sobre as colisões entre veículos com base na conservação de Energia, inércia e interações entre diferentes massas.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Acidentes de Trânsito;
- A Física dos acidentes de trânsito;
- Movimentos e Momento Linear;
- A Física do repouso e do movimento contextualizados;
- Perícia dos Acidentes de Trânsito;
- A Física Forense na sala de aula;
- Questionário para sondagem final.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Adquirir autonomia para descrever os fenômenos físicos e sua aplicabilidade, através de estudos das colisões nos acidentes de trânsito.

#### ESPECÍFICOS

Relacionar os acidentes de trânsito com automóveis aos estudados na Física;  
Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;  
Explicar as relações entre massa e movimento de um corpo;  
Analisar as hipóteses entre a Física e os meios observados para desvendar as causas de um acidente;  
Interpretar um acidente de trânsito com base nos estudos através da Mecânica das colisões.

Utilizar a Física Forense para fins de Perícia.
<b>BIBLIOGRAFIA</b>
<p>ARAUJO, I. L. <b>Introdução à filosofia da ciência</b>. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.</p> <p>PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. <b>Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências</b>. Curitiba, 2008.</p> <p>_____. Secretaria de Estado da Educação. <b>Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física</b>. Curitiba, 2008.</p>
<b>TRABALHO AVALIATIVO</b>
Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.

### **Feedback:**

A aula foi iniciada com uma breve retrospectiva temática referente aos movimentos dos corpos, a inércia, bem como ao fenômeno das colisões, impulso e momento linear com análise da conservação de Energia.

A partir desse momento, foram explanadas algumas situações reais de acidente de trânsito com a apresentação de pequenos vídeos que flagram situações reais a partir da imprudência, causando uma variedade de perdas, danos materiais e traumas emocionais.

Os alunos participaram com suas observações, pois as imagens apresentadas nos vídeos remetem a uma realidade muito presente no cotiando, visto que, diariamente, são noticiados os mais variados tipos de acidentes de trânsito por causa da imprudência.

Foi enfatizado o quanto é importante o conhecimento na sala de aula, pois, notadamente, o conhecimento científico pode contribuir para o desenvolvimento social, mais qualidade de vida e melhorar educação no trânsito, tanto pelos condutores quanto pelos pedestres.

A partir das considerações gerais, foi apresentada uma simulação, contextualizando através de trajetórias por rodovias bastante conhecidas, como as BR – 376 e 163, as quais apresentam tráfego intenso com grande número de veículos e muitos acidentes.

Exemplificou-se com localizações de trajetórias entre duas cidades, escolhendo a distância de 300 km situados entre as cidades de Maringá e Ponta Grossa, com proposta de análise de possíveis velocidades médias levando em consideração todas as variáveis que podem ocorrer no trajeto escolhido.

O tempo previsto para percorrer a trajetória é em média de 4 horas em condições normais do tempo e fluxo de veículos. Também foram ressaltadas as características do relevo em que há trechos com muitos aclives e declives acentuados, mas, por outro lado, são compensados com pistas de duplas faixas.

A trajetória foi apresentada com um diagrama ilustrativo, desenhando por estimava o caminho percorrido entre as cidades de Maringá – PR e Ponta Grossa – PR. À razão entre o espaço e o tempo estimado para viagem, encontrou-se o valor de 75 km/h como velocidade média desenvolvida no trajeto.

Foi ressaltado o valor de 75 km/h como a média desenvolvida no trajeto; no entanto, considerando as BRs citadas por apresentarem longos trechos em que a velocidade desenvolvida é certamente maior, assim como outros na serra e trechos urbanos, perfazendo uma velocidade bem inferior à média.

Analogamente, com base nos valores obtidos anteriormente, realizaram-se os cálculos com estimativas pelas grandes distâncias, com acidentes em viagens terminadas próximas do destino (Ponta Grossa), com realização do espaço percorrido de aproximadamente 300 km em apenas 3 horas de duração.

Notadamente, foi apresentada aos alunos a velocidade desenvolvida nesta etapa, sendo a média de 100 km/h, na qual perpassa a média razoável estimada para percorrer os trechos como observados anteriormente.

Também a escolha de pequenas distâncias, por exemplo entre as cidades de Maringá – PR e Marialva – PR, com distância aproximada de 20 km percorridos em apenas 15 minutos (0,25 horas). Como resultado, um valor significativo de 80 km/h, desenvolvidos em um curto espaço de tempo.

Esses pontos foram escolhidos como referências para servirem de base e estimativas sobre as velocidades que possivelmente foram desenvolvidas acima dos limites previstos, bem como, através da Física Forense, ajudar nas evidências para elucidar as causas de um acidente.

Por fim, a reaplicação do questionário para sondagem e autoavaliação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando por exemplo a ocorrência de um acidente de trânsito ou algo similar seja o resultado da colisão entre dois veículos: são situações análogas aos estudos conhecidos sobre as Leis de Newton, nas quais se pode analisar os efeitos das colisões e o momento linear entre dois corpos.

Em geral, pode-se equiparar o sinistro entre dois móveis como sendo corpos ligeiramente esféricos e de massa conhecida. Para tanto, outros fatores poderão contribuir nas informações técnicas, como detalhes sobre limites de velocidade regulamentados em cada região.

Outro fator importante é levantar as condições Físicas da pista de rolamento, como pistas irregulares, ondulações, deformações ou buracos. Além disso, a Força e o coeficiente de atrito podem ser obtidos em observação da pista de rolamento e a rugosidade ou não dos pneus de um veículo.

Tais situações sobre um acidente, na dinâmica das colisões, podem nos revelar se houve negligência, sabotagem, falha mecânica, fatores climáticos, situações pessoais e psicológicas. Todas, reunidas na avaliação pericial, somadas com interpretações da Física, poderão contribuir com relatos nos inquéritos judiciais.

Um conjunto de eventos faz o homem aprender com as experiências, erros e acertos, pelas consequências colhidas, estar seguro com os meios de transportes e deixá-los como legado, cumprindo as condições mínimas de segurança. Portanto, a Física pode deixar suas contribuições.

O uso de ferramentas da Física Clássica, os princípios fundamentais da Mecânica, bem como a contextualização da Física com os acidentes de trânsito, podem ser implementados durante as aulas através do uso de simuladores, tornando-se mais explícitos os efeitos das colisões.

Durante o processo de ensino-aprendizagem, o professor e educando juntos podem ter fundamentos básicos sobre a Dinâmica da interação entre os corpos, na qual destacamos corpos representados como automóveis em colisão. A importância disso foi notada durante a implementação do produto educacional.

Dessa forma, acreditamos no ato de ensinar Física, que pode enriquecer as aulas, pois, quando encontramos significado naquilo que aprendemos e ensinamos, temos uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem e, em particular, aprender um pouco mais de Mecânica, podendo colaborar nas investigações onde há carência nos estudos acerca da Física Forense.



## 7 REFERÊNCIAS

ABIB, M.L.V.S. **Avaliação e melhoria da aprendizagem em física.** In CARVALHO, A.N.P. (coord.) Ensino de Física – Coleção Ideias em Ação – São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

ALMEIDA JUNIOR, João Mendes de. **Programa de Ensino de Prática Forense.** Remissões (Advertência) a obra do Autor e a legislação vigente por JOÃO MENDES NETO. São Paulo: Livraria Freitas Bastos S/A, 1958.

ARAUJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência.** Curitiba: UFPR, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CEB nº 4/2010.** Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília, 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: 6º ao 9º ano: PNLD 2018.** Brasília: MEC, 2018.

BEN-DOV, YOAV. **Convite à física;** Prefácio à Edição Brasileira por Henrique Lins Barros; Tradução, Maria Luiza X. de A. Borges – Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

BOUFOUS, S; Wilianson, A. **Work-related traffic crashes: A record linkage study.** *Accid Anal Prev*, 2006; 38: 14-21.

CARVALHEIRO, M. S. **A educação no sistema prisional: história e práticas curriculares.** In PLATT, A. D. (org.). **Currículo e formação humana: princípios, saberes e gestão** – 1º ed. Curitiba: CRV, 2009.

CARVALHO, A.N.P. (coord.). **Ensino de Física** – Coleção Ideias em Ação – São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

CARVALHO, A.N.P. **Formação e prática profissional dos professores de física.** In GARCIA, N.M.D. (org.). **A pesquisa em ensino de física e a sala de aula: articulações necessárias.** São Paulo. Editora da SBF, 2010.

DAVANTEL, Pedro Paulo. **Caracterização E Morbidade De Mulheres Envolvidas Em Acidentes De Trânsito.** 2008 (Dissertação de Mestrado)-Centro de Ciências da Saúde. Maringá-PR. 2008.

DETRAN-PR. Departamento de Trânsito do Paraná. **Motoristas: Como prevenir acidentes.** Disponível em: <<http://www.detran.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=motorista&id=343>>. Acesso em 11 set. 2018.

\_\_\_\_\_. Departamento de Trânsito do Paraná. **Motoristas: Comportamentos seguros no trânsito.** Disponível em: <<http://www.detran.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=motorista&id=343>>. Acesso em: 11 set. 2018.

FORENSE, Significado. **O que é forense:** Disponível em <<https://www.significados.com.br/forense/>>, acesso em: 15 dez. 2017.

FROEHLICH, Margaret Luzia. **Física Geral - Cadernos de Estudos.** Associação Educacional Leonardo da Vinci – NEAD. Indaial/SC: ASSELVI, p. 42, 2008.

GOOGLE MAPS. **Rota entre Foz do Iguaçu – PR e Cuiabá - MT.** 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em 11 set. 2018.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** Instituto de Física – UFRGS - Porto Alegre – RS. 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

NETO, O. N. **Soluções eletrônicas para cálculos de velocidades em acidentes de trânsito.** Revista Brasileira de Física, vol. 24, nº 2, junho de 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a07v24n2.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

NOVAK, J.D. e GOWIN, B. D. **Aprender a Aprender.** Lisboa: Plátano, 1994. Disponível em: <<http://eaulas.usp.br/portal/video.action;jsessionid=EB871FDC787E572F820A22904700768C?idItem=5337>> Acesso em: 12 mar. 2018.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica:** Ciências. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica:** Física. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **OAC - Material didático.** Superintendência da educação do programa de desenvolvimento educacional – PDE e UNIOESTE, 2007.

QUEIROZ, M. S.; OLIVEIRA, P. C. P. Acidente de Trânsito: Uma análise a partir das perspectivas das vítimas em Campinas. **Psicologia & Sociedade**; p.101-123; jul./dez.2003.

R Kostek e P Aleksandrowicz 2017. **IOP Conf. Ser.:** Mater. Sci. Eng. Volume 252 Número 899X. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/320581526\\_Simulation\\_of\\_car\\_collision\\_with\\_an\\_impact\\_block](https://www.researchgate.net/publication/320581526_Simulation_of_car_collision_with_an_impact_block)>. Acesso em 15 de agosto de 2018.

Resumo Escolar. **Trajectoria, direção e sentido na cinemática física.** Disponível em: <<https://www.resumoescolar.com.br/fisica/trajectoria-direcao-e-sentido-na-cinematica-fisica/>>. Acesso em 12 de março de 2018.

ROCHA, J.F.M., org. **Origens e evolução das ideias da física** [online]. Salvador: EDUFBA, 2011. Available from SciELO Books.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física.** In CARVALHO, A.N.P. (coord.) Ensino de Física – Coleção Ideias em Ação – São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

SASSERON, L.H. (USP). **Alfabetização Científica e o desenvolvimento da argumentação em aulas baseadas no Ensino por Investigação.** AULA MAGNA DO PCM - 2º Semestre em 15/08/2018 - Anfiteatro “Adelbar Antônio Sampaio” - térreo do bloco F67 – UEM – 2018.

Segundos Fatais - **Colisões Ferroviária.** 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4OEfgYdNkjs>>. Acesso em 16 de abril de 2018.

SIMULATOR, 2 Car Collision. **Simulador de colisões entre dois carros.** 2018. Disponível em: <<http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

SOUZA, Líria Alves de. **Lei de Lavoisier.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/lei-lavoisier.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física – ciência e tecnologia (mecânica):** vol. 01. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

ZANATTA. S. C. **Acidentes de trabalho x ciências - um relato de experiência:** Diálogos & Saberes, Mandaguari, v. 10, n. 1, p. 27-34, 2014.

**APÊNDICE A**  
**Produto da Dissertação**



MARCOS SEGALE CARVALHEIRO

**PRODUTO EDUCACIONAL**

FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA

MARINGÁ

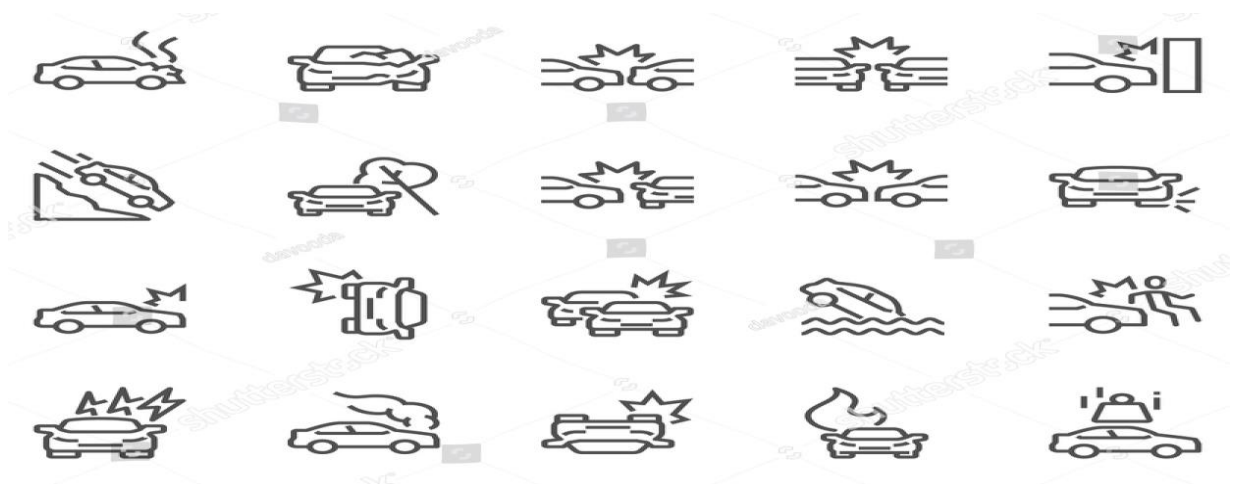
Novembro, 2018



**PRODUTO EDUCACIONAL**

**FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA**

**MARCOS SEGALE CARVALHEIRO**



Fonte: <https://www.shutterstock.com/search/collision>

MARINGÁ  
Novembro, 2018



## FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA

MARCOS SEGALE CARVALHEIRO

Produto Educacional da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Gonsalves Costa

MARINGÁ  
Novembro, 2018

## **Carta ao Professor**

*Caro professor, nós todos vivemos em constante angústia diante do contexto que enfrentamos no chão da sala de aula. Todos os dias precisamos de muita inspiração para realizar as atividades previstas de acordo com as orientações elencadas junto ao Plano de Trabalho Docente.*

*Sabemos que o dom de ensinar é o mesmo que partilhar. Pois está no coração de cada professor a missão de levar ao próximo o conhecimento e despertar os anseios humanos pela sabedoria. É um ato de amor quando as ações de ensino e aprendizagem acontecem entre professor e aluno.*

*O fazer Ciência na escola para os jovens na idade das descobertas, da superação de limites, dos desafios, que motivam a querer mais, com certeza é a realização de todo professor.*

*Mas sabendo que em geral nem tudo “são rosas”, muitas vezes imaginamos ser impossível ensinar a cidadãos em uma cultura social que prioriza demais o consumo e, ao contrário, motiva o detrimento do saber. Ainda, as condições socioeconômicas e culturais, valores e indisciplinas na sala de aula.*

*Por isso, com a esperança de avançar, acreditando que o professor, em todo seu mérito, pode fazer melhor sem angústias, contribuir no processo de ensino aprendizagem, levando o conhecimento com mais prazer, tornando a Ciência mais próxima de nossos alunos e com mais significados em suas vidas.*

*Essa razão nos motivou na realização deste trabalho. É um breve resultado do que obtivemos de uma pesquisa realizada com alunos do período diurno no Ensino Fundamental (8º e 9º anos) e com o Ensino Médio (2º e 3º anos), no Colégio Estadual Neide Bertasso Beraldo, da cidade de Paiçandu.*

*As fundamentações teóricas nos levaram a contextualizar um pouco dos anseios da sociedade, realizando pesquisas de cunho técnico e científico e a aplicação na sala de aula, podendo colaborar com a realização deste produto educacional.*

*O resultado deste se tornou real como parte dos requisitos necessários para realização do MNPEF, ofertado através do DFI-UEM, na qual convidamos o leitor a conhecer o Programa de Mestrado que em sua base tem muito a colaborar.*

*Autor.*



## **APRESENTAÇÃO**

Este trabalho tem como objetivo apresentar ao professor algumas sugestões para as aulas de Física, apontando alguns referenciais teóricos e práticos que poderão ser utilizados na sala de aula, visto que os conteúdos elencados poderão ser aplicados tanto com alunos dos 8.º e 9.º anos do Ensino Fundamental, como alunos do Ensino Médio.

A partir das sugestões de conteúdos, abordaremos alguns resultados da pesquisa, a qual foi realizada em conformidade com o tema Física Forense Aplicada ao Ensino da Mecânica, sendo, em parte, descritos na sequência didática e no plano de trabalho colocado em prática diretamente na sala de aula.

O resultado dessa pesquisa foi desenvolvido a partir dos programas de mestrado da Sociedade Brasileira de Física, que ofertam o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, com o objetivo de atender principalmente aos professores da Educação Básica e da rede pública de ensino.

Atualmente sou professor QPM da rede pública de ensino com atuação na Educação de Jovens e Adultos no CEEBJA Prof.<sup>a</sup> Tomires Moreira de Carvalho – EFM, o qual atende alunos privados de liberdade. Nesta modalidade de atendimento, é comum se deparar com alunos jovens e adultos com muitas dificuldades de aprendizagem e não diferentes dos que estão no ensino regular.

Analisando estas características, procurei me especializar visando colaborar na melhoria da qualidade de ensino para os alunos, na qual me interessei em aperfeiçoar minha prática e colaborar com os colegas professores. Foi a partir daí que ingressei no Programa Nacional do MNPEF, ofertado no Polo da UEM.

Este mestrado surgiu para proporcionar ao professor novas possibilidades de inovar na sala de aula, pois a maioria dos mestrados acadêmicos está recheada de teorias, mas, em geral, fica apenas nos meios universitários ou em publicações científicas de livros ou revistas.

A iniciativa da SBF proporcionou o Programa do MNPEF visando melhorar a qualidade do ensino público, nas áreas das exatas, principalmente nas Ciências Físicas. Este apontamento é destacado pela CPG, informando ‘Programa Nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de Ensino Médio e Fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física’.

# FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA

## PLANO DE TRABALHO – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Procurando estabelecer uma conexão mais próxima com as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, procuramos contemplar um dos eixos de organização do ensino, como previsto, a serem ofertados na subdivisão dos Conteúdos Estruturantes para o ensino de Física.

A linha escolhida foi Movimento como conteúdo Estruturante, visto que o desafio proposto aqui é o de contribuir na ação docente, um ensino público de qualidade, visando ensinar Física de uma maneira atraente e correlacionada ao cotidiano do aluno.

Entre estas propostas, faz-se importante lembrar que o ato de ensinar Ciências não deve acontecer apenas para reproduzir o conhecimento historicamente construído, mas sim para promover uma formação para fazer Ciência, oportunizar ao educando o despertar investigativo, alfabetizar-se, trazendo uma retrospectiva conforme a LDB, assim como enfatiza Sasseron in Carvalho (2010):

[...] espera-se contribuir para o desenvolvimento de habilidades que permitam a um cidadão atuar na sociedade contemporânea. Isso implica a possibilidade de ele compreender, intervir, investigar e participar das discussões que envolvem sua realidade. [...] Nesse cenário, o papel do professor em sala de aula era de informar o conhecimento aos seus alunos. [...] A preocupação com a formação geral dos estudantes demanda entender estas fronteiras: não basta mais que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares; é preciso formá-los para que sejam capazes de conhecer esses conteúdos, reconhece-los em seu cotidiano, construir novos conhecimentos a partir de sua vivência e utilizá-los em situações com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida. A educação escolar deixa de ter a obrigação de explorar apenas os assuntos de cada disciplina e precisa formar os alunos para viver em sociedade (SASSERON, P. 4 e 5, 2010).

Da mesma forma, dos apontamentos realizados por Sasseron (UEM-2018) afirmando “O trabalho científico é social”, ou seja, na educação defendendo a legitimação do conhecimento, visando buscar o racional no que é importante para os nossos alunos, a aprendizagem para a mudança social.

Quanto aos princípios de investigação, Sasseron (2018) nos aponta observar também aquilo que muitas vezes fazemos, em geral discutindo as propostas que em prática deram certo. Por outro lado, nas investigações há muitas situações com limites, pois na maioria das vezes, não se discute o que não deu certo.

Como a Física é uma Ciência da natureza, procuramos associá-la aos estudos de Mecânica, a qual é uma área muito abrangente e de suma importância para entender os fenômenos do movimento acerca da realidade, quando há colisões entre corpos, que carecem de explicações para desvendá-los.

Para tanto, o desafio principal deste trabalho é o apontamento para uma necessidade social, na qual destacamos a contribuição da Física Forense nas investigações criminais dos acidentes de trânsito, contextualizando com os conteúdos de Mecânica previstos pelas DCEs, nos Planos de Trabalho Docente, pois, [...] é, portanto, o *currículo em ação*. Nele estará a expressão singular e de autoria, de cada professor, da concepção curricular construída nas discussões coletivas (DCEs de Física, p. 92, 2008).

Visto que o público-alvo principal são os alunos, selecionamos alguns dos tópicos principais que contemplam os conteúdos estruturantes:

- i. Movimento
- ii. Conservação de Momentum (Energia)
- iii. Leis de Newton
- iv. Colisões e Velocidades
- v. Trabalho e Impulso
- vi. Física Forense.

O conhecimento nesta relação e para aprender construindo significados, observamos os apontamentos de Ausubel in Moreira (2012):

Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão

adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído (MOREIRA, p.5, 2012).

Neste contexto, a aprendizagem de fato se consolida quando reunimos um conjunto de variáveis, julgamos quais meios que influenciarão diretamente nas ações do professor para ensinar e os alunos para aprender, adquirirem conhecimento.

Por outro lado, podem-se remeter essas ações fazendo uma relação direta entre escola e sociedade. Os conteúdos de Física sendo pautados a partir da observação dos acidentes de trânsito e analisados com base científica, dando solidez sobre o que é ensinado.

O professor é o mediador principal disso tudo. Ele é o condutor do conhecimento científico, cultural e social, podendo encaminhar suas aulas amparadas com as matrizes curriculares para composição do Plano de Trabalho Docente e, assim, disseminar o conhecimento.

Os conteúdos propostos estão de acordo com a maioria dos Planos de Trabalho Docente das escolas, que contemplam o Plano Curricular Nacional e, também, conforme prevê as Diretrizes Curriculares Nacionais e do Estado do Paraná.

As atividades propostas estão em comunhão com os temas apontados anteriormente, bem como associadas aos conceitos da Mecânica Clássica, em estudos das interações na conservação do movimento e também das colisões.

O desenvolvimento dos conteúdos visa observar a interação dos fenômenos físicos da natureza, tais quais os meios de condução relacionados aos acidentes de trânsito geral, como necessidade social de análises científicas com base na Ciência Física, proporcionando condições para perícia.

De acordo com o tema de pesquisa “Física Forense Aplicada Ao Ensino Da Mecânica”, aplicado na Educação Básica, procuramos associá-lo a situações tradicionais previstas em sala de aula, nas quais, muitas vezes, são ensinados de forma repetitiva e pouca atrativa, para uma alternativa, talvez mais contextualizada, conforme situações reais de movimento e colisões, o que promove consequências de investigação e, assim, colabora para um ensino de Física mais atraente e com

significado na vida do aluno.

Temas que foram objeto de especulação e reflexão, [...] daí por diante pelo crivo do olhar objetivador da ciência. [...] As ciências passaram a fornecer explicação sobre a estrutura do universo físico, sobre a constituição dos organismos e, mais recentemente, sobre o homem e a sociedade. [...] passou a abranger setores cada vez mais restritos da realidade, tendo, no entanto, se tornado cada vez mais aguda em suas indagações; se não lhe é dado mais abordar o cosmo, pois a física e suas leis e teorias o faz mais apropriadamente, [...] se volta para a situação atual e pergunta-se: o que faz de nós este ser que hoje somos? [...] (o) que é o conhecer e de como se dá a relação entre mente e mundo (ARAUJO, 2003, p. 24).

Para isso, inicia-se este trabalho a partir de um questionário investigativo da concepção das ideias em torno dos conceitos básicos sobre os princípios investigativos de um acidente de trânsito, colisões, procurando investigar as causas reais com princípios físicos, relacionando-as com necessidades forenses.

Depois, assim como na sequência explicitada anteriormente, começa-se a abordar alguns temas relacionados com referências de espaço e tempo, para então introduzir as ideias relacionadas com movimento, visto que as relações devem estar sempre se aproximando com a realidade dos alunos, principalmente, com foco a introduzir as relações com o movimento no trânsito.

Aqui ressaltamos as diretrizes, pois:

[...] o reconhecimento da Física como um campo teórico, ou seja, consideram-se prioritários os conceitos fundamentais que dão sustentação à teoria dos movimentos, pois se entende que, para ensinar uma teoria científica, é necessário o domínio e a utilização de linguagem própria da ciência, indispensável e inseparável do pensar ciência. Portanto, é fundamental o domínio das ideias, das leis, dos conceitos e definições presentes na teoria e sua linguagem científica; as relações da Física com a Física e com outros campos do conhecimento (PARANÁ, 2008, p.93).

Após a tabulação dos dados, as inserções teóricas apresentadas na dissertação desse produto apresentaram algumas sugestões de aulas que foram aplicadas diretamente em sala de aula.

As aulas foram elaboradas como uma opção para o professor, podendo ser utilizadas como material de apoio, no qual cada módulo de aula poderá ser adequado ou readequado constantemente, conforme a realidade dos alunos, da escola e do próprio professor.

## Módulo 01 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Apresentação do tema: “Física Forense Aplicada Ao Ensino Da Mecânica” e Questionário de Entrevistas.
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções de Ciência Física, História, conhecimento dos alunos, grade curricular das áreas de exatas, ensino contextualizado, educação, conteúdos estruturantes, aprendizagem através da linguagem popular e científica, técnicas experimentais e formação do professor.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Breve História da Ciência;
- O ato de ensinar e aprender exatas;
- Ensino-aprendizagem das exatas na Educação Básica;
- A Física contextualizada;
- Introdução sobre as ideias de movimento;
- Teoria das Leis de Newton;
- A Física dos acidentes de trânsito;
- A Física Forense;
- Questionário para sondagem inicial.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Estabelecer relações em torno do tema proposto com breve exposição dos procedimentos do trabalho que será desenvolvimento na pesquisa.

#### ESPECÍFICOS

Aplicar o questionário diagnóstico;

Descrever brevemente a História da Ciência e as contribuições científicas a partir de alguns nomes na Física;

Identificar alguns conceitos populares com definições da Ciência Física;  
Exemplificar situações de trânsito que possam ser contextualizados com os conceitos da Mecânica Clássica;  
Comparar as ações sociais de profissões técnicas de perícias com os conteúdos de Física.

#### BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física – UFRGS - Porto Alegre – RS. 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>>. Acesso em 01 março de 2018.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

#### TRABALHO AVALIATIVO

Identificar a reação dos alunos diante do tema proposto com as reflexões elencadas e observar o processo de ensino-aprendizagem e projeto de aula.  
Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos ou encontrar dificuldades a partir da aplicação do questionário.

#### Feedback:

As aulas foram distribuídas conforme a disponibilidade dos professores no turno do estágio, com ao menos duas aulas no dia proposto para o trabalho. Nesta primeira aula houve disponibilidade para atender duas turmas de 3.º anos, juntamente de uma professora de língua portuguesa, e uma turma do 8.º ano, com uma professora de matemática.

As aulas iniciaram com uma breve apresentação do Programa Nacional do Mestrado Profissional em Ensino de Física, enfatizando a importância da atuação do professor como estudante e o quanto isso colabora no desenvolvimento da qualidade do ensino.

Primeiramente, uma breve reflexão apontando alguns benefícios proporcionados à sociedade como tecnologias geradas por conta dos avanços da

pesquisa científica, dos resultados obtidos através da Ciência, todos construídos historicamente pela humanidade.

Foram expostos alguns apontamentos, destacando o conforto proporcionado pela Ciência e a tecnologia, através dos bens de consumo como fornecimento da eletricidade, nos proporcionando luz e condicionamento de calor, bem como as invenções da lâmpada e as máquinas térmicas e o benefício social.

Uma breve reflexão sobre os avanços sociais e conquistas econômicas pela contribuição da Ciência, bem como o crescimento dos centros urbanos e a logística dos meios de transporte. O crescente número de veículos como alternativas dinâmicas para transporte mais eficaz e rápido.

Para reflexão, foi destacado o quanto é difícil para organizar a vida urbana, diante da aglomeração de pessoas, os meios de locomoção, alternativas de condução, logísticas do transporte de pessoas e de cargas, viabilidade econômica, riscos e segurança.

A partir desse contexto, algumas observações do trânsito em geral, apontando ironicamente a pergunta “Quem está na sala de aula e sabe dirigir? Quem possui a carteira de habilitação? Alguém é maior de idade? Quanto às leis de trânsito, elas são cumpridas? Já presenciaram um acidente de trânsito? Puderam observar o que de fato aconteceu?”.

A partir da primeira pergunta, foi notável como vários alunos ergueram a mão e disseram que já dirigiram. Na segunda e terceira, ninguém ergueu a mão, até mesmo porque são do Ensino Fundamental e Médio das séries regulares e não poderiam ser maiores de 18 anos.

Nas demais, as respostas foram diversas, conforme as leis de trânsito, e muitos alunos apontaram que a maioria dos motoristas não as respeitam. Também afirmaram que na maioria das vezes os acidentes poderiam ser evitados. Outros comentaram ter presenciado e se envolvido em um acidente.

Estando próximo do encerramento da aula, os alunos responderam o questionário conforme APÊNDICE C deste trabalho, visando realizar uma sondagem dos conhecimentos prévios sobre o trânsito na qual houve colisões, as relações próximas com as ideias estudadas na Física e a aplicação profissional em áreas técnicas para a realização de perícias.



No entanto, se faz importante lembrar, pois nos anos finais do Ensino Fundamental, os poucos estudos sobre a Física são ofertados na disciplina de Ciências e as séries do Ensino Médio já estudaram de alguma forma os conteúdos acerca do tema em pesquisa, quando cursaram o primeiro ano.

A aula foi encerrada com a participação dos alunos e dos professores, bem como o recolhimento do questionário para uma tabulação de dados posterior.

## Módulo 02 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Conservação de Momentum (Energia)
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a Ciência do movimento através de observações dos efeitos e conservação de Energia, movimentos oscilantes e contínuos, constituição de Força, bem como as interpretações populares.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Pontos materiais;
- Grandeza Escala e Vetorial;
- Movimentos;
- Momento Linear;
- A Física do repouso e do movimento contextualizados;
- A Física dos acidentes de trânsito.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Discutir os fenômenos físicos, através do movimento entre os corpos.

#### ESPECÍFICOS

Relacionar os movimentos estudados na Física com a dos automóveis;

Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;

Explanar as relações entre massa e movimento de um corpo;

Destacar o movimento da massa como Energia;

Explicitar as colisões como efeito e causa na deformação da massa.

### BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

### **TRABALHO AVALIATIVO**

Observações sobre os alunos a partir das reflexões nos conteúdos elencados como proposta de ensino-aprendizagem conforme plano de aula.

#### **Feedback:**

Nesta segunda aula, houve a disponibilidade para atender duas turmas de 3.º anos juntamente de uma professora de Química e, na outra turma, a de Matemática. Na turma do 8.º ano, com uma outra professora de matemática.

A aula foi iniciada com leituras, discussão oral e exposição das relações entre referencial, tempo, espaço e movimento, definindo algumas considerações sobre a localização e conceito nas implicações que relacionam um ponto com a matéria em deslocamento.

Essa condição inicial foi introduzida com o objetivo de formalizar a ideia abstrata para representação de um ponto material, ou seja, uma forma de expor o que podemos observar quando algo está em movimento, a qual pode ser um grande volume de matéria e está em movimento, podendo ser representada apenas por um ponto.

Breve exposição com desenho no quadro sobre as relações de campo de Força, mostrando a interação de alguns corpos, por exemplo, o que mantém os astros em movimento no sistema solar, como são observados e quais as relações de Forças presentes entre dois corpos em movimento.

Com essas ideias em debate, a explanação das reais situações dos veículos que ocupam os espaços no trânsito, o movimento destes, os referenciais ali presentes, normas para condutores, bem como as leis e legislações vigentes acerca do espaço ocupado nas vias públicas.

A proposta visa realizar uma relação direta, definindo a construção abstrata de um ponto material com os veículos em trânsito, visto que estão submetidos ao movimento, deslocamento de matéria, bem como os referenciais a serem adotados.

Para tanto, foram destacadas as relações entre as medidas de Força aos estudos relacionados com a Mecânica do movimento dos automóveis e, assim,

demonstradas evidências físicas com os acidentes de trânsito, tais como o estudo das relações sobre os efeitos de colisões, podendo se destacar as elásticas e inelásticas.

Alguns alunos comentaram sobre a primeira vez que dirigiram. Um deles relatou que quase destruiu um muro. O outro disse que se enganou para engatar a marcha ré, causou uma grande arrancada e colidiu com o carro da frente. No entanto, os relatos são de alunos do Ensino Fundamental e Médio, os quais são menores de 18 anos e não possuem habilitação.

Outra situação foi apontada por uma professora, a qual presenciou uma imprudência de um motorista caminhoneiro, que realizou uma viagem de 800 km com uma roda fixa no eixo com apenas um parafuso. Detalhe: a roda se soltou em movimento, prosseguindo na direção tangente a uma curva muito perigosa e em trecho de serra.

Em outra turma, uma aluna relatou um fato ocorrido poucos dias antes, quando uma jovem moça de apenas 28 anos morreu por causa da imprudência. Fato em que os motoristas condutores nada sofreram, mas um deles realizou uma conversão não permitida, ocasionando a colisão de uma motocicleta com a lateral de um veículo, a qual lançou a moça na direção do movimento.

Com as reflexões, antecipadamente, foi possível ressaltar as relações entre repouso e movimento nos acidentes de trânsito, associando-os com a inércia, visto uma melhor caracterização nas próximas aulas abordando melhor os conceitos conforme os estudos definidos nas Leis de Newton.

As situações de movimento no trânsito foram associadas a princípios básicos de segurança, quando uma pista de rolamento possui aderência suficiente para garantir a estabilidade de um veículo em movimento, o que podemos relacionar com os coeficientes de atrito de determinados materiais com os do piso asfáltico e a rugosidade dos pneus.

Por fim, os conceitos gerais para concluir os estudos acerca de um corpo em movimento, relacionando-os com acidentes de trânsito, destacando os referenciais observados como meios de conservação de Energia, bem como as resultantes variáveis de Força, atrito, ponto material e momento linear.

### Módulo 3 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Leis de Newton
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

#### EMENTA

Leis de Newton, suas implicações, dinâmica dos movimentos no plano, as interações a partir da gravidade, as relações entre movimento, Força, massa e aceleração.

#### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Aceleração da Gravidade;
- Aceleração e Movimento:
- Queda livre dos corpos;
- Princípio da Inércia;
- Força e Movimento;
- Leis de Newton;
- Momento Linear.

#### OBJETIVOS

##### GERAL

Adquirir conhecimentos para observar os fenômenos físicos através do movimento entre os corpos e as leis naturais que as caracterizam.

##### ESPECÍFICOS

Relacionar o repouso e o movimento estudado na Física com a dos automóveis no trânsito;

Apresentar a Inércia com as ideias sobre movimento dos corpos e os acidentes de trânsito;

Identificar a Inércia com o movimento e os sistemas de Freios;

Relacionar o deslocamento dos veículos com os movimentos uniformes e variados;

<p>Fazer analogia da inércia e o uso do cinto de segurança com o lançamento dos corpos no caso de uma colisão;</p> <p>Expor as relações entre massa e movimento de um corpo como constituintes de Energia.</p>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>
<p>ARAÚJO, I. L. <b>Introdução à filosofia da ciência</b>. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.</p> <p>SASSERON, L.H. <b>Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física</b>. In CARVALHO, A.N.P. (coord) Ensino de Física – Coleção Ideias em Ação – São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.</p> <p>PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. <b>Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências</b>. Curitiba, 2008.</p> <p>_____. Secretaria de Estado da Educação. <b>Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física</b>. Curitiba, 2008.</p> <p><a href="http://www.mrmont.com/games/carcollision.html">http://www.mrmont.com/games/carcollision.html</a></p>
<b>TRABALHO AVALIATIVO</b>
<p>Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.</p>

### Feedback:

O tema elencado foi iniciado apresentando um pouco da História da Ciência, com a descrição dos conflitos entre as ideias de Aristóteles e de Galileu, que contribuíram apontando teorias divergentes entre si, promovendo questionamentos investigativos e a realização de experimentos.

O momento foi de discussão, para despertar os anseios na investigação e o levantamento de possíveis hipóteses e descrever as causas de um acidente de trânsito. Também, alguns questionamentos para informar as evidências e explicar melhor os fenômenos, resultantes de uma colisão.

Reflexões sobre a conservação de Energia e deformação de massa, as relações diretas com os corpos em movimento, a velocidade e os corpos em repouso, para conceituar, de forma prática e teórica, a Lei da Inércia como descreve

a primeira Lei de Newton.

Alguns vídeos mostrando os acidentes de trânsito e destacando as colisões entre veículos, os efeitos quando ambos estão em movimento ou em repouso, como também as colisões laterais e com obstáculos fixos, juntamente da diferença de velocidade.

Também o uso de alguns simuladores disponíveis na internet e em vídeo, destacando os efeitos no momento de uma colisão e as relações com uso ou não dos cintos de segurança, bem como as colisões entre diferentes massas, direções, velocidades e efeitos, com ou sem deformação.

No momento, conforme eram destacadas as imagens, os alunos apontaram algumas observações, como os resultados para veículos com proporções desiguais, no caso de um pequeno fusca (pouca massa) e um caminhão (muita massa), no momento de uma colisão.

A partir das considerações, os estudos acerca do movimento para definir a 2.<sup>a</sup> Lei de Newton, ou seja, o Princípio Fundamental da Dinâmica, referenciando o deslocamento de um corpo através da velocidade, destacando os conceitos de Força, massa e aceleração.

Dessa forma, as definições que implicam nas variáveis sobre a Força com base em deslocamentos horizontais ou inclinados e ainda caracterizados a partir do movimento em queda livre, a aceleração da gravidade e da Força Peso.

Em análise ao conceito de Força e movimento, foi possível abordar sobre a aplicação em ponto material, na qual a Força como ação, causa e efeito, resultando em uma reação de mesma intensidade, contrária ao sentido da Força, como se descreve a 3.<sup>a</sup> Lei de Newton.

## Módulo 4 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Colisões e Velocidades
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a Ciência do movimento através de observações sobre os fenômenos das colisões, bem como a conservação de Energia e movimento relacionados com os ocorridos em acidentes de trânsito.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Colisões Elásticas e Inelásticas;
- Velocidades Instantâneas e Médias;
- Deformação de Massa;
- Coeficientes de Atrito;
- Movimentos e Pistas Escorregadias;
- Contextualização do Momento Linear e movimento dos veículos
- A Física presente nos Acidentes de Trânsito.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Reconhecer os fenômenos físicos através do movimento, a variação da velocidade e as colisões entre os corpos.

#### ESPECÍFICOS

Abordar alguns exemplos na qual acontecem as colisões;  
Relacionar o movimento estudado na Física com a dos automóveis;  
Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;  
Explicar as relações entre massa e movimento de um corpo.

### BIBLIOGRAFIA



ARAÚJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física**. In CARVALHO, A.N.P. (coord) Ensino de Física – Coleção Ideias em Ação – São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

### TRABALHO AVALIATIVO

Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.

#### Feedback:

O início foi com exposição oral sobre as ideias que existem no meio social, pois, se tratando de observar os fenômenos naturais acerca das colisões, relacionamos-os diretamente a corpos em movimento se colidindo, o que se apresenta de duas formas: as Colisões Elásticas e as Inelásticas.

Quanto às colisões de uma forma geral, foi lembrada a ocorrência nas jogadas de uma mesa de sinuca, pois é um jogo para lazer muito popular e requer algumas habilidades e muita atenção. No entanto, há de se observar o Impulso no momento da tacada, a direção que pretende movimentar a bola de ataque e as demais bolas para acertar, ou seja, colidir.

Destacando a realização de uma tacada efetivamente, onde ocorrerá uma colisão e a situação na mesa de sinuca, poderá ser definida como uma colisão elástica, visto que, não haverá deformação da massa que compõe as bolas em choque. A mesma interpretação foi relacionada aos veículos que sofreram colisões sem deformá-los.

Por outro lado, uma bola de mesmo volume e com massas diferentes, uma totalmente rígida e outra com material inferior e maleável, certamente ocorrerá alteração na forma inicial com deformação, pois assim se evidenciam os conceitos

sobre colisões inelásticas.

A partir dessas ideias, ressaltou-se com informações sobre as pistas escorregadias, as quais podem influenciar na direção do movimento inicial e do deslocamento de matéria e nas condições de aderência, podendo-se relacionar a rugosidade de um pneu com a pista de rolamento e assim definir coeficiente de atrito.

Exposição com desenho no quadro mostrando uma curva e um veículo seguindo por sua trajetória, na qual há uma Força direcional tangente à curva, devendo-se levar em conta, a trajetória, podendo ser mantida por outros meios como as Forças de atrito entre a pista e o pneu em movimento.

Com descrição dessas relações, conceituaram-se as evidências de um acidente de trânsito, descrevendo o momento linear, tal qual podem ser observados analisando ponto a ponto na descrição de uma trajetória onde houve um acidente de trânsito nas colisões entre veículos.

## Módulo 5 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Trabalho e Impulso – Conservação de Energia
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a conservação do movimento e o Trabalho dinâmico através do movimento dos corpos, a conservação de Energia, movimentos contínuos e oscilantes e concepções populares.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Princípio da Quantidade de Movimento;
- Trabalho de uma Força;
- Deslocamento, Trabalho e Energia;
- A Física do repouso e do movimento contextualizados;
- A Física dos acidentes de trânsito.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Descrever o movimento como resultado da interação de forças no corpo.

#### ESPECÍFICOS

Associar os conceitos de aplicação de Força com a realização de Trabalho;  
Relacionar o Trabalho dos corpos com o movimento dos automóveis estudado na Física;  
Expor as ideias sobre Trabalho com movimento dos corpos e os acidentes de trânsito;  
Explanar as relações entre deslocamento de massa e movimento de um corpo;  
Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;  
Explanar as relações entre massa e movimento de um corpo.

### BIBLIOGRAFIA

ARAUJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

### TRABALHO AVALIATIVO

Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.

#### Feedback:

A aula foi iniciada reapresentando os conteúdos anteriores, conceitos básicos sobre Mecânica, as Leis de Newton e os princípios sobre os diferentes tipos de colisão, para analisar as causas e efeitos físicos em um acidente de trânsito.

Alguns vídeos foram selecionados e apresentados para os alunos mostrando leis e regras de trânsito. Durante um momento, ficou em projeção a imagem de um cavaleiro praticando hipismo, na qual o cavalo para bruscamente e lança o cavaleiro no sentido horizontal do movimento.

Outro de utilidade pública para conscientização apresenta um veículo com os faróis desligados, pouca sinalização e nenhuma visibilidade, atinge bruscamente um motociclista pela lateral, lançando a moto e o piloto a uma distância considerável, analogamente aos estudos sobre inércia e conservação de Energia.

Nesse momento, discutiram-se as semelhanças que ocorrem quando os ocupantes de um veículo usam o cinto de segurança, consequências em não usar o cinto em momento de colisão, associando os fatos exemplificados com a Inércia, como definida na primeira Lei de Newton.

Outro vídeo demonstrando os efeitos das colisões por pequenos veículos na parte traseira de caminhões parados ou em baixa velocidade, na qual, as leis de trânsito orientando o afastamento mínimo como margem de segurança e o condutor, numa emergência, conseguir frear o veículo evitar colisão.

Também a imagem de uma colisão traseira demonstrando os efeitos físicos de deformação, utilizando o fato como exemplo para diferenciar os efeitos de uma

colisão elástica ou inelástica.

Outras imagens de colisões frontais por condutores imprudentes. Ultrapassagem em via com faixa amarela contínua, placas indicativas da proibição de ultrapassagem em local com pouca visibilidade e fluxo de veículos em sentido contrário.

Alguns dos alunos fizeram perguntas e observações, afirmaram ter presenciado situações semelhantes às imagens e aos vídeos expostos. Lembraram que a imprudência, os limites de velocidade, a violência no trânsito, são consequências diretamente relacionadas com a Ciência Física e suas leis naturais.

As imagens e vídeos chocaram os alunos por apresentarem situações muito reais e que poderiam ser evitadas, como os acidentes causados por imprudência, fatores que influenciaram e suas causas, prevenção, relação com o cotidiano, limites físicos.

Ao observar as várias imagens e vídeos, discutiram as evidências reais que podem ocasionar um acidente de trânsito, visto a dinâmica dos acidentes, afirmando as causas quando podem ser observadas e levantando hipóteses quando necessários para investigações forenses.

## Módulo 6 - PLANO DE TRABALHO

CURSO	Física Forense – Questionário de Entrevistas
DOCENTE	Marcos Segale Carvalheiro
DISCIPLINA	Ciências Físicas
TEMPO	50 minutos (1h/a)

### EMENTA

Concepções sobre a Ciência do movimento através do trânsito, observações sobre as colisões entre veículos com base na conservação de Energia, inércia e interações entre diferentes massas.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Acidentes de Trânsito;
- A Física dos acidentes de trânsito;
- Movimentos e Momento Linear;
- A Física do repouso e do movimento contextualizados;
- Perícia dos Acidentes de Trânsito;
- A Física Forense na sala de aula;
- Questionário para sondagem final.

### OBJETIVOS

#### GERAL

Adquirir autonomia para descrever os fenômenos físicos e sua aplicabilidade, através de estudos das colisões nos acidentes de trânsito.

#### ESPECÍFICOS

Relacionar os acidentes de trânsito com automóveis aos estudados na Física;  
Expor as ideias sobre movimento dos corpos e acidentes de trânsito;  
Explicar as relações entre massa e movimento de um corpo;  
Analisar as hipóteses entre a Física e os meios observados para desvendar as causas de um acidente;  
Interpretar um acidente de trânsito com base nos estudos através da Mecânica das colisões.

Utilizar a Física Forense para fins de Perícia.
<b>BIBLIOGRAFIA</b>
<p>ARAUJO, I. L. <b>Introdução à filosofia da ciência</b>. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.</p> <p>PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. <b>Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências</b>. Curitiba, 2008.</p> <p>_____. Secretaria de Estado da Educação. <b>Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física</b>. Curitiba, 2008.</p>
<b>TRABALHO AVALIATIVO</b>
Observações sobre os alunos a partir das reflexões elencadas como proposta de ensino-aprendizagem conforme projeto de aula.

### **Feedback:**

A aula foi iniciada com uma breve retrospectiva temática referente aos movimentos dos corpos, a inércia, bem como ao fenômeno das colisões, impulso e momento linear com análise da conservação de Energia.

A partir desse momento, foram explanadas algumas situações reais de acidente de trânsito com a apresentação de pequenos vídeos que flagram situações reais a partir da imprudência, causando uma variedade de perdas, danos materiais e traumas emocionais.

Os alunos participaram com suas observações, pois as imagens apresentadas nos vídeos remetem a uma realidade muito presente no cotiando, visto que, diariamente, são noticiados os mais variados tipos de acidentes de trânsito por causa da imprudência.

Foi enfatizado o quanto é importante o conhecimento na sala de aula, pois, notadamente, o conhecimento científico pode contribuir para o desenvolvimento social, mais qualidade de vida e melhorar educação no trânsito, tanto pelos condutores, quanto os pedestres.

A partir das considerações gerais, foi apresentada uma simulação, contextualizando através de trajetórias por rodovias bastante conhecidas, como as BR – 376 e 163, as quais apresentam tráfego intenso com grande número de veículos e muitos acidentes.

Exemplificou-se com localizações de trajetórias entre duas cidades, escolhendo a distância de 300 km situados entre as cidades de Maringá e Ponta Grossa, com proposta de análise de possíveis velocidades médias levando em consideração todas as variáveis que podem ocorrer no trajeto escolhido.

O tempo previsto para percorrer a trajetória é em média de 4 horas em condições normais do tempo e fluxo de veículos. Também foram ressaltadas as características do relevo em que há trechos com muitos aclives e declives acentuados, mas por outro lado, são compensados com pistas de duplas faixas.

A trajetória foi apresentada com um diagrama ilustrativo, desenhando por estimava o caminho percorrido entre as cidades de Maringá – PR e Ponta Grossa - PR. À razão entre o espaço e o tempo estimado para viagem, encontrou-se o valor de 75 km/h como velocidade média desenvolvida no trajeto.

Foi ressaltado o valor de 75 km/h como a média desenvolvida no trajeto; no entanto, considerando as BRs citadas por apresentarem longos trechos em que a velocidade desenvolvida é certamente maior, assim como, outros na serra e trechos urbanos, perfazendo uma velocidade bem inferior à média.

Analogamente, com base nos valores obtidos anteriormente, realizaram-se os cálculos com estimativas pelas grandes distâncias, com acidentes em viagens terminadas próximas do destino (Ponta Grossa), com realização do espaço percorrido de aproximadamente 300 km em apenas 3 horas de duração.

Notadamente, foi apresentada aos alunos a velocidade desenvolvida nesta etapa, sendo a média de 100 km/h, na qual perpassa a média razoável estimada para percorrer os trechos como observados anteriormente.

Também a escolha de pequenas distâncias, por exemplo, entre as cidades de Maringá – PR e Marialva – PR, com distância aproximada de 20 km percorridos em apenas 15 minutos (0,25 horas). Como resultado, um valor significativo de 80 km/h, desenvolvidos em um curto espaço de tempo.

Esses pontos foram escolhidos como referências para servirem de base e estimativas sobre as velocidades que possivelmente foram desenvolvidas acima dos limites previstos, bem como, através da Física Forense, ajudar nas evidências para elucidar as causas de um acidente.

Por fim, a reaplicação do questionário para sondagem e autoavaliação.



## SUGESTÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

O tema objeto deste trabalho é a “Física Forense Aplicada Ao Ensino Da Mecânica” na educação básica, e apontamos algumas sugestões com planos de aula elencados anteriormente.

Na sequência abaixo, há alguns exemplos que poderão ser utilizados como material alternativo e de apoio para o professor durante as aulas de Física.

Também há algumas imagens que representam acidentes de trânsito em seu contexto, como fotos e vídeos, com links e simuladores.

Para uma melhor efetivação deste trabalho, sugerimos um estudo mais amplo com a leitura da dissertação à qual este produto pertence.

Bom trabalho.

## LEIS DE NEWTON – Momento Linear, Impulso e Colisões

Procurando entender os princípios norteadores dos fundamentos sobre colisões e a relação com as bases avaliativas de estudos para a Física Forense, ressaltamos aqui a movimentação dos corpos com a fundamentação utilizada no PRINCIPIA de Newton (1687) in ROCHA (2011), ao descrever a construção do momento linear.

Figura 01. Colisão pela traseira entre dois veículos de mesma massa.



Fonte: <https://www.shutterstock.com/search/collision>

Apresentamos as propriedades do espaço, os conceitos fundamentais para descrever sua geometria, as suas dimensões, definição de grandezas e o tempo. Essas propriedades de espaço são destacadas por Isaac Newton e também por

Albert Einstein.

Pois:

[...] o reconhecimento da Física como um campo teórico, ou seja, consideram-se prioritários os conceitos fundamentais que dão sustentação à teoria dos movimentos, pois se entende que, para ensinar uma teoria científica, é necessário o domínio e a utilização de linguagem própria da ciência, indispensável e inseparável do pensar ciência. Portanto, é fundamental o domínio das ideias, das leis, dos conceitos e definições presentes na teoria e sua linguagem científica; as relações da Física com a Física e com outros campos do conhecimento (PARANÁ, 2008, p.93).

Os pontos materiais, quando observados, podem ser descritos por meio de conceitos primitivos da Geometria Euclidiana “destacando: dimensões do espaço em que se vive” OAC (2007), no qual também destaca Newton in ROCHA (2011), como “pontos” dotados de massa. Então, fazem-se necessários, pontos materiais, ou seja, pontos com existência de matéria para que os mesmos sejam observados com análise do movimento.

Na descrição em uma de suas leis, Newton in ROCHA (2011) mostra que a leitura da velocidade vetorial de um ponto material não tem variação, ou seja, se o ponto material estiver em repouso, permanecerá em repouso, mas se o ponto material estiver em movimento, permanecerá sempre em movimento retilíneo e uniforme.

O espaço pode ser homogêneo, ou seja, com distribuição uniforme da matéria, equivalência em seus infinitos pontos, pois são equivalentes, na Mecânica ou na Geometria Euclidiana. O espaço é infinito e sua geometria é caracterizada por inúmeras formas de observações.

No entanto, baseando-se na realidade sobre uma colisão entre veículos, podemos considerar o momento linear ( $\vec{p}$ ) como uma grandeza vetorial, na qual temos uma dependência direta da massa como grandeza escalar ( $m$ ) e da velocidade com grandeza vetorial ( $\vec{v}$ ). Dessa maneira:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

O momento linear, bem como a velocidade, são grandezas vetoriais. Logo, o

sentido e a direção são extremamente essenciais para definirmos o momento linear, se considerarmos dois corpos em deslocamento, ou seja, como veículos movimentando em uma direção.

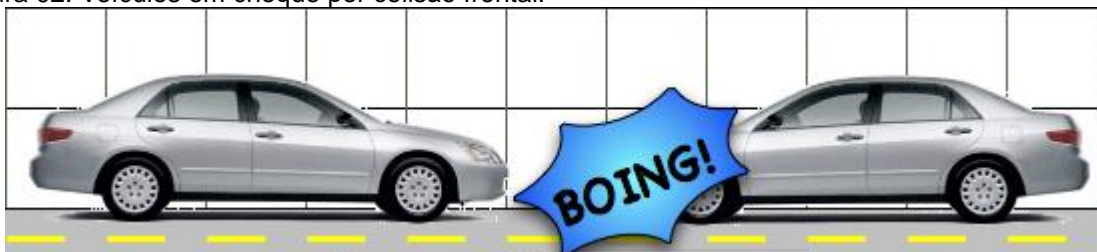
Vamos supor dois veículos em movimento e de massas iguais, que se deslocam um ao encontro do outro. Poderemos ter situações diversas, assim como na figura 1, ou mesmo o movimento com velocidades e massas diferentes.

No entanto, ao considerarmos dois veículos com igualdade de massas e velocidade, vejamos os cálculos abaixo com os efeitos que podem ser descritos como momento linear – impulso:

No SI, a grandeza ( $p$ ) é descrita pelas unidades  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ , ou  $\text{N} \cdot \text{s}$  e, para melhor expressão numérica dos resultados, vamos considerar como exemplo a grandeza massa como  $m = 1000 \text{ kg}$  e a grandeza para velocidade  $v = 20 \text{ m/s}$ .

Dessa maneira, devemos considerar o sentido da velocidade e observar o momento linear de uma partícula, pois esta possui a mesma direção e sentido da velocidade.

Figura 02. Veículos em choque por colisão frontal.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Vamos considerar o Carro A o veículo que está seguindo da esquerda para direita e, no sentido contrário, o Carro B, para fins de efeito, uma colisão totalmente elástica, ou seja, onde a Energia Cinética é conservada.

A velocidade de A e B é de  $20 \text{ m/s}$ , sendo um com sinal positivo e o outro com sinal negativo, conforme descrito na direção do movimento.

Se simularmos o movimento, ocorrerá a colisão, então haverá um choque no momento de contato entre os dois veículos.

Assim, podemos analisar perguntando:

1 - Quais são os momentos lineares entre os veículos A e B?

Vejamos:

- **Antes da Colisão**

Considerando  $p = m \cdot v$  e  $m_A = m_B = 1000 \text{ kg}$ , temos:

$$p_A = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p_B = 1000 \cdot (-20) = - 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Vejamos que obtivemos o resultado de uma colisão totalmente elástica e referente aos momentos lineares dos veículos A e B.

- **Depois da Colisão**

Como houve a colisão elástica entre os dois veículos, a partir do choque há a situação inversa à resolvida anteriormente, ou seja, os veículos estarão em sentidos e velocidades contrárias dos períodos anteriores a colisão, pois, inverteu o sentido do movimento.

Logo,

$$p_A = 1000 \cdot (-20) = - 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p_B = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Dessa maneira, podemos agora perguntar:

2 - Qual foi a variação do momento linear do carro A? Ou do carro B?

- **Variação do Momento Linear**

Considerando primeiramente a variação ( $\Delta$ ) do momento linear de A, temos a diferença do momento linear antes (inicial) e depois (final) da colisão.

Logo

$$\Delta p_A = p_f - p_i$$

em que

$$p_i = 20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{e} \quad p_f = -20000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Assim,

$$\Delta p_A = -20000 - 20000$$

$$\Delta p_A = -40000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Pelo Teorema do Impulso, a variação do momento linear ocorreu devido à Força exercida pelo carro B em A, ao se chocar com o carro A.

**Observação:** A mesma consideração pode ser feita ao analisar a variação do momento linear do carro B.

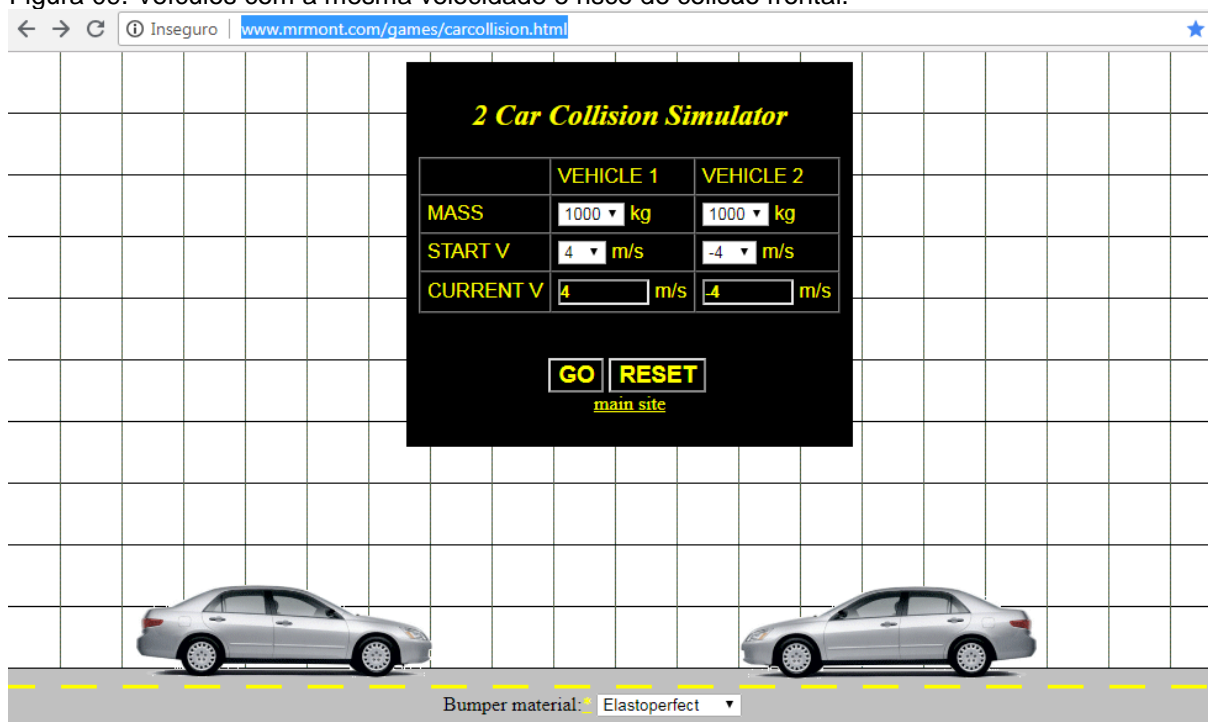
Logo, o impulso aplicado no carro B é igual a  $\Delta p_B = 40000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

- **Simuladores para visualização**

Procurando analisar de uma forma mais interativa para melhorar os exemplos trabalhados até aqui, elencamos a base teórica sobre colisões, usando um simulador que está disponível aos usuários da internet, acessando o sítio: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>.

Continuando com as mesmas variáveis e os exemplos de grandezas citadas até então, teremos os dados no simulador, conforme explicitado na sequência:

Figura 09. Veículos com a mesma velocidade e risco de colisão frontal.

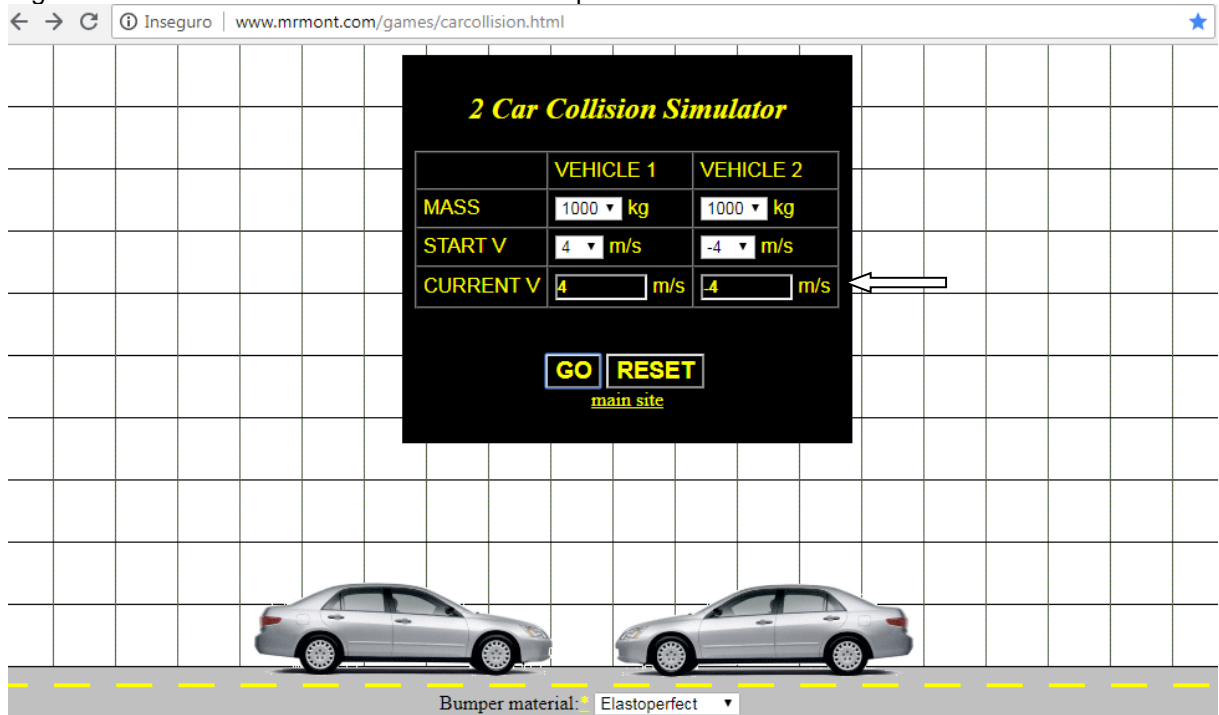


Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Nesse caso, estamos considerando uma colisão perfeitamente elástica, na qual, ao ligarmos o simulador, se apresentará uma sequência de efeitos, podendo melhorar didaticamente a exposição durante uma aula.

Conforme explicitado nos cálculos anteriores, o carro da esquerda segue com velocidade para direita e o carro da direita com velocidade para esquerda, ambos com a mesma velocidade, em que usaremos uma seta indicativa para representar o sentido do movimento.

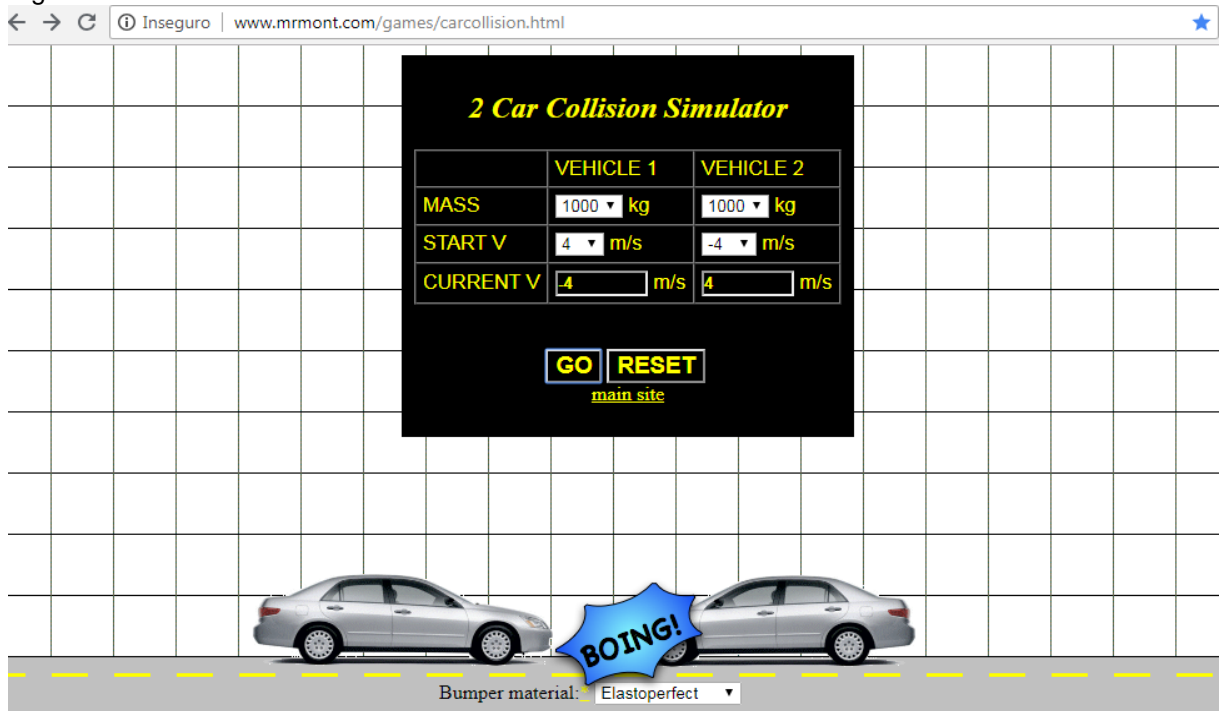
Figura 10. Veículos com a mesma velocidade e próximos de uma colisão frontal.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Agora podemos observar o momento da colisão, no qual se descreve na ilustração.

Figura 11. Veículos em colisão frontal.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

A partir do momento em que houve a colisão, ocorreu um choque entre as duas partículas ou pontos materiais, como definimos anteriormente, e considerando que os veículos possuem a mesma massa e estão com a mesma velocidade, podemos ter uma colisão elasticamente perfeita.

Figura 12. Veículos em colisão frontal com transferência de Energia.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Nesse caso, resultará na transferência de Energia igualmente entre os corpos.

Figura 13. Veículos em sentidos opostos após colisão frontal e transferência de Energia.

 A screenshot of a web browser displaying a "2 Car Collision Simulator". The browser's address bar shows "www.mrmont.com/games/carcollision.html". The simulator interface is set against a grid background. At the top, it says "2 Car Collision Simulator" in yellow. Below this is a table of parameters for two vehicles:
 

	VEHICLE 1	VEHICLE 2
MASS	1000 kg	1000 kg
START V	4 m/s	-4 m/s
CURRENT V	-4 m/s	4 m/s

 Below the table are "GO" and "RESET" buttons, and a link for "main site". At the bottom of the simulator, there is a visual representation of two silver cars on a road. The car on the left is moving to the right, and the car on the right is moving to the left, as indicated by a white arrow pointing right towards the car on the left. Below the cars, it says "Bumper material: Elastoperfect".

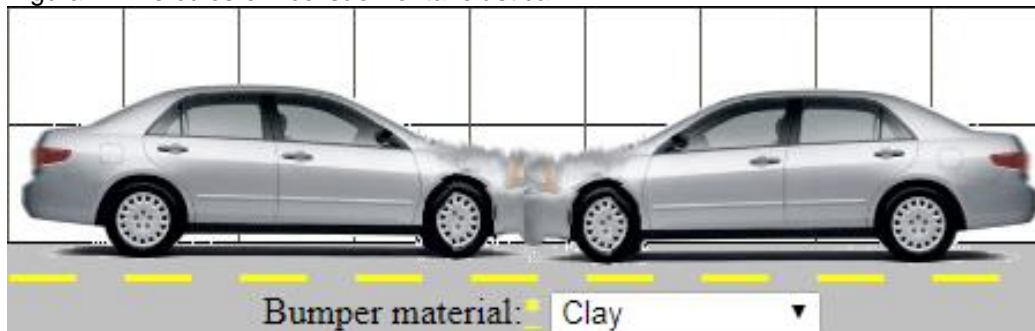
Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Podemos observar que o sentido do movimento agora é contrário ao original, pois o corpo representado pelo veículo A transferiu a Energia para o corpo representado pelo veículo B e, da mesma forma, o veículo B transferiu a Energia para o corpo representado pelo veículo A.



Por outro lado, se a colisão não fosse perfeitamente elástica, ou seja, inelástica, teríamos uma deformação em ambos os veículos, na qual se devem levar em conta nos momentos de análise pericial.

Figura 14. Veículos em colisão frontal elástica.



Fonte: <http://www.mrmont.com/games/carcollision.html>

Portanto, considerando uma colisão entre dois veículos iguais, ou seja, com a mesma massa, podemos obter uma colisão elástica, visto que, após o choque, ambos mudarão a direção para o sentido contrário, pois um veículo transfere Energia para o outro e a Energia será transferida igualmente entre os veículos.

No entanto, se a colisão entre os corpos for inelástica, analisando o choque de forma macroscópica, há também a conservação de Energia, pois Energia é a condição para realizar Trabalho. Por outro lado, sabemos que, em um choque inelástico, haverá deformação da massa e, em uma escala microscópica, a Energia Cinética é transformada em Energia Térmica e Sonora; no entanto, essas questões, ficarão para outras pesquisas.

Também nos falta apontar detalhes importantes na verificação dos fatos em torno de uma colisão, pois consideramos apenas as situações de colisão em um plano horizontal para ambos os corpos observados. Mas sabemos que a trajetória de uma pista de rolamento possuem outras inúmeras características.

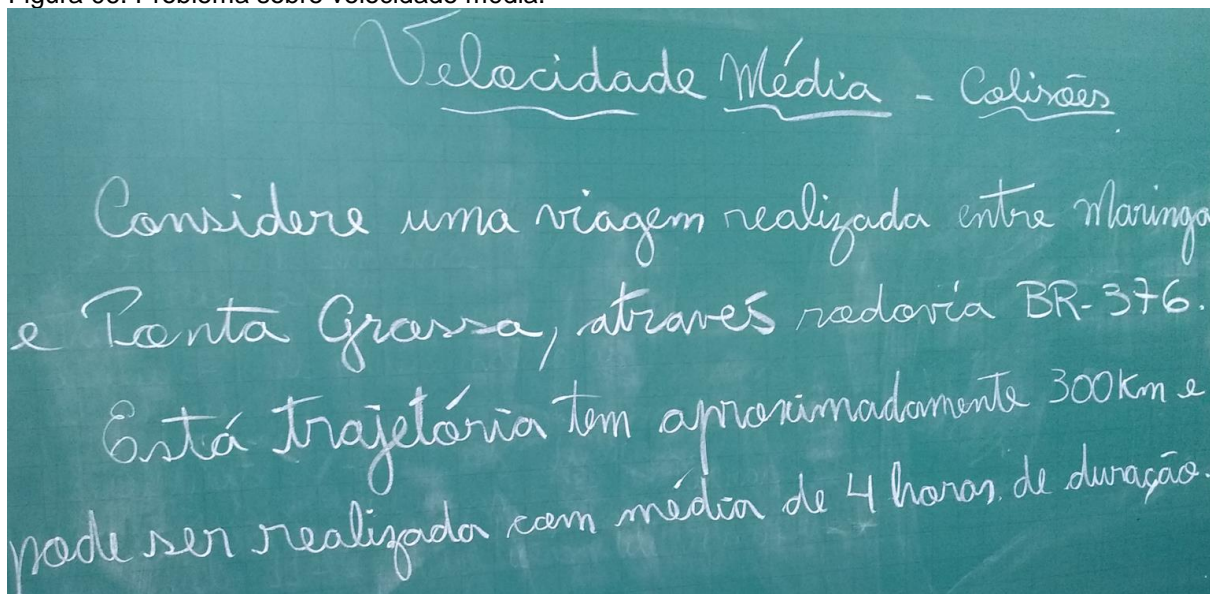
## VELOCIDADE MÉDIA – FÍSICA FORENSE

### Exemplo 1:

Nos estudos sobre velocidade dos automóveis, temos a Mecânica dos acidentes de trânsito. Nesse contexto, é importante conhecermos o deslocamento de um móvel, analisando-o em função de tempo. A razão entre essas duas grandezas permite investigar a velocidade média desenvolvida.

Para exemplificar, vamos supor uma viagem de automóvel pela BR – 376, no Estado do Paraná, sendo realizada entre as cidades de Maringá e Ponta Grossa, com distância aproximada de 300 km de extensão. A duração média da viagem é de pelo menos 4 horas.

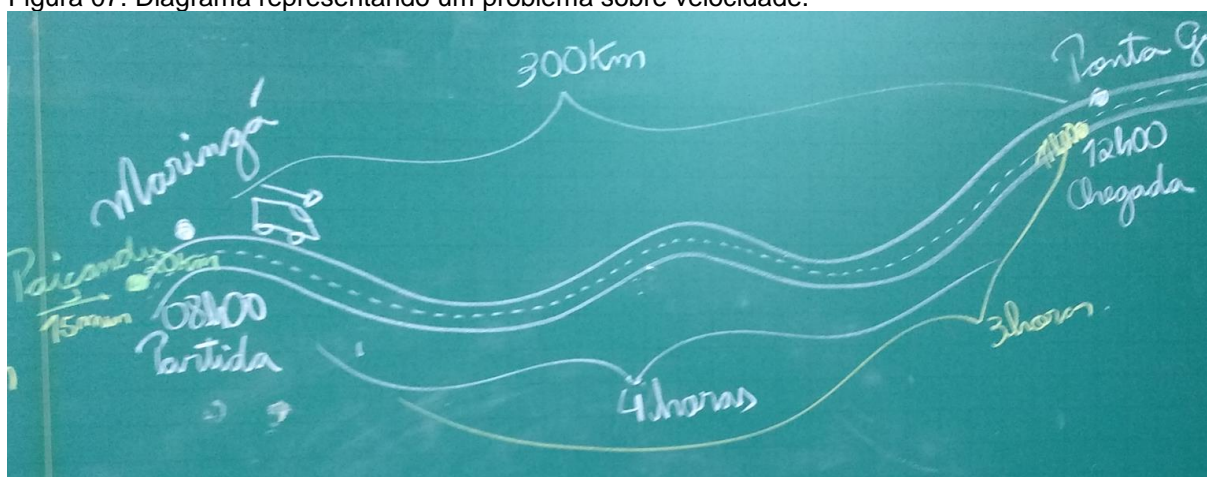
Figura 06. Problema sobre velocidade média.



Fonte: Grifos Nossos

A trajetória a ser percorrida é por uma rodovia com excelente pavimentação e a maioria da pista de rolamento com faixa dupla. Normalmente, as boas condições do tempo favorecem um fluxo normal dos veículos. Dessa forma, podemos considerar as variáveis como grandezas que podem ser obtidas com boa proximidade dos valores reais.

Figura 07. Diagrama representando um problema sobre velocidade.



Fonte: Grifos Nossos

Usando a razão entre espaço ( $\Delta S$ ) e tempo ( $\Delta t$ ), temos a velocidade ( $V_m$ ), podendo ser obtida ferramenta, como segue:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Dessa maneira, aplicando as grandezas citadas no exemplo que apresenta a seguinte forma, temos:

$$V_m = ?$$

$$\Delta S = 300 \text{ km}$$

$$\Delta t = 4 \text{ horas}$$

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{300 \text{ km}}{4 \text{ h}} = 75 \text{ km/h}$$

Obtemos 75 km/h como velocidade média desenvolvida no trajeto observado. No entanto, não podemos deixar de considerar que, em determinados trechos da rodovia, certamente o veículo pode ter superado a média ou mesmo estar abaixo, respectivamente nos momentos de ultrapassagem e lentidões de outros veículos por congestionamentos.

Nesse caso, temos uma informação importante como a média de velocidade

desenvolvida no trajeto entre Maringá e Ponta Grossa.

Normalmente, algumas empresas de transporte que se utilizam de veículos, como fluxo de caminhões e ônibus, circulam rotineiramente por alguns itinerários. Essa possibilidade permite registrar diariamente informações de relevância estatística, com precisões muito próximas da realidade.

Portanto, caso haja algum acidente nesse trajeto, além das informações técnicas que podem ser elencadas por um perito, pode-se também realizar uma verificação do possível horário de partida e o tempo descrito na hora do acidente. Pois, sabemos que a média no trajeto é de 75 km/h.

Com essas informações, qualquer ponto da rodovia no trajeto citado, desde que se conheça o ponto de origem, será possível estimar se a velocidade desenvolvida em um possível local de acidente poderia ou não estar próximo da média adequada para a rodovia no trecho percorrido.

## **Exemplo 2:**

Conforme as informações obtidas no exemplo 1, vamos simular algumas hipóteses sobre situações de risco que podem ocorrer na trajetória citada, no caso de acidentes de trânsito.

### **Hipótese 1:**

Vamos imaginar o condutor de um veículo em sua rotina diária, que se envolve em um acidente de trânsito às 11h da manhã, justamente em um ponto no último km, já bem próximo do destino.

Supondo que o acidente ocasionou uma colisão, provocou muitas avarias com danos materiais ao veículo, prejuízos pessoais ou à empresa responsável, provocando duras consequências no local do acidente e também para terceiros.

No entanto, a situação apresentada pode ser melhor esclarecida se precisar de investigação, na qual, muitas vezes, os acidentes são de grandes proporções e não há testemunhas com informações suficientes para apurar as causas do acidente e assim, juridicamente responsabilizar os envolvidos.

Nesse contexto, podemos nos apropriar de alguns conhecimentos científicos fazendo uso da Física para fins Forenses.

Por essa necessidade, partimos com as informações de uma rotina sempre registrada, como horário de partida às 8h da manhã. Informação esta que ocorre praticamente em todos os dias. Também, a velocidade média foi registrada como sendo 75 km/h.

Primeiramente, deve-se levar em conta as condições da pista: são trechos de rodovia pedagiada, oferecendo boa qualidade na pavimentação, com trechos de pista dupla, toda sinalizada. Vamos supor, também, que no dia do acidente a concessionária que administra a rodovia tenha informado que não houve congestionamentos ou trânsito lento devido a obras na pista.

No entanto, o acidente ocorreu em um local num ponto bem próximo do destino. Aconteceu às 11h da manhã, cerca de 1 hora antes do previsto para chegada ao destino, se deslocando por apenas 3 horas, sendo, na rotina, a previsão de pelo menos 4 horas.

Fazendo uso dessas informações, vamos utilizar os valores como grandezas para calcular a possível velocidade desenvolvida, pois temos:

$$V_m = ?$$

$$\Delta S = 300 \text{ km}$$

$$\Delta t = 3 \text{ horas}$$

Logo,

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{300 \text{ km}}{3 \text{ h}} = 100 \text{ km/h}$$

Notamos que a velocidade média desenvolvida foi de 100 km/h. Essa velocidade está bem acima da média prevista para mesma trajetória em questão.

Essa informação nos remete a deduzir que o motorista condutor, certamente, realizou a viagem com excesso de velocidade, pois estava próximo do destino, percorrendo uma trajetória de excelente pista, mas com trechos sinuosos, com aclives e declives acentuados.

Por outro lado, não havendo informações registradas por radares sobre excesso de velocidade, com aplicações de multas ou infrações, pode-se concluir, a partir das informações reunidas, levando a acreditar que, certamente, o motorista condutor realizou a viagem com velocidade muito acima do estimado, evidência essa muito importante para um melhor esclarecimento dos fatos, principalmente se há necessidade pericial.

### **Hipótese 2:**

Agora, vamos considerar a ocorrência de um acidente trânsito em uma localização muito próxima do local de origem, na qual o horário de partida foi às 8h da manhã, como no caso anterior, e o registro do acidente após 15 minutos desse horário.

Para melhor contextualizar, vamos supor uma distância de aproximadamente 20 km, entre as cidades de Maringá e Marialva-PR, ambas situadas na mesma rodovia, com trechos em espaços urbanos e outros mais isolados, entre outras características citadas anteriormente.

Vejamos os cálculos:

$$V_m = ?$$

$$\Delta S = 20 \text{ km}$$

$$\Delta t = 15 \text{ minutos}$$

OBS.: A maioria das informações sobre velocidade se apresentam em km/h ou m/s, então a expressão ficará melhor se transformados os minutos em uma fração decimal da hora, ou seja, 15 minutos = 0,25 horas.

Logo,

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{20 \text{ km}}{0,25 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$$

Mais uma vez, podemos concluir que houve excesso de velocidade além da prevista, conforme média geral para a rodovia de 75 km/h.

Considerando as características regionais da cidade de Maringá, a trajetória

pela BR-376 em direção à cidade de Marialva, sentido no qual são percorridos longos trechos em área urbanizada e sinais de trânsito para os cruzamentos, comprometendo a agilidade.

Percebe-se que os limites são vários, comprometendo o bom desempenho na pista, e mesmo os veículos mais possantes teriam que se deslocar em baixa velocidade, pois, além de quebra-molas, há também radares para redutores de velocidade e posto para fiscalização policial.

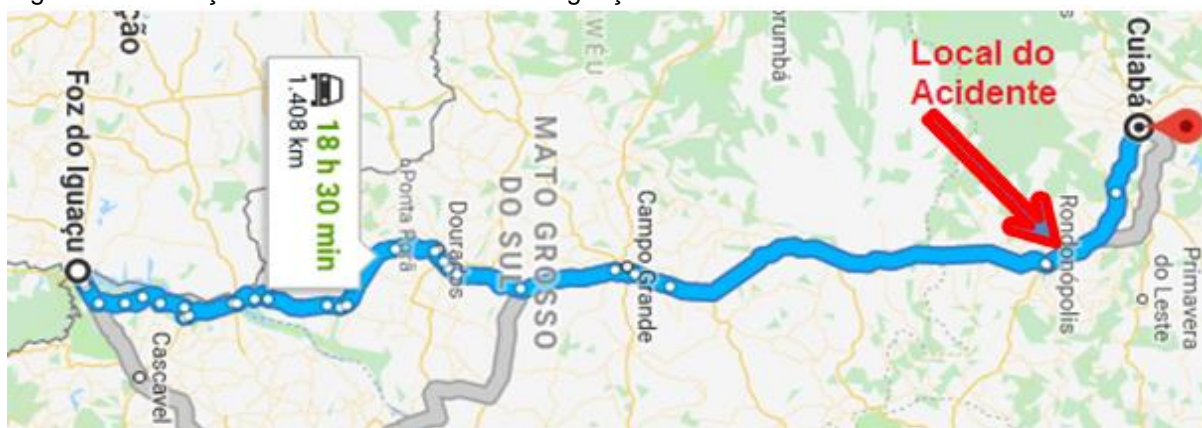
Pela extensão descrita, é notável observar a pista com pequenos trechos para desenvolver uma maior velocidade e ainda considerar o limite de velocidade com o máximo de 110 km/h.

Reunindo todas as informações, temos um grande leque das variáveis como referências para concluir a veracidade sobre o acidente, proporcionando afirmações possíveis sobre a ocorrência, entre elas de que o motorista condutor certamente estava em alta velocidade.

### Exemplo 3:

Quando já era dia e com boas condições do tempo, uma colisão entre veículos ocorreu às 7h da manhã em uma curva localizada na cidade de Rondonópolis – MT, no km 200 da rodovia BR163, entre as cidades de Foz do Iguaçu e Cuiabá, sendo esta rodovia comum, de grande fluxo de veículos, principalmente caminhões lentos e carregados com muita carga.

Figura 08. Indicação de acidente entre Foz do Iguaçu - PR e Cuiabá - MT.



Fonte: Imagem do Google Maps.

Sabendo que o veículo em questão partiu às 20h de sua origem e que o acidente aconteceu por volta de 10 horas depois do momento de partida, notamos uma viagem muito longa e exaustiva no contexto.

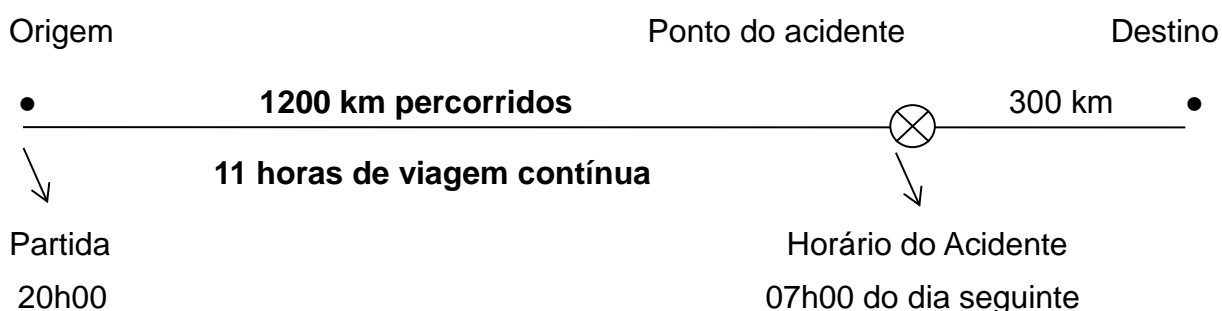
Considerando a distância do local de origem até o ponto onde houve a colisão, observa-se que foram rodados aproximadamente 1200 km. Isso faz notar que a velocidade média no trajeto foi aproximadamente 110 km/h.

No entanto, no caminho percorrido há longos trechos, com tráfego intenso, bem como, regiões com muitas oscilações e cursos em declives acentuados, podendo também influenciar nas causas de um acidente.

Então, de forma geral as particularidades da pista, as longas horas na direção, praticamente uma noite toda, e, certamente, a imprudência em dirigir em alta velocidade numa pista íngreme levam a crer que o motorista estaria com um esgotamento físico muito grande.

São fatores que podem evidenciar as causas da colisão, pois, no trecho do acidente há placas de sinalização, com limites de velocidade de 60 km/h; os quais não estão caracterizados na velocidade média desenvolvida no trajeto, correspondente a 110 km/h.

Vejamos o diagrama abaixo:



Limite de Velocidade permitido na maioria dos trechos da rodovia = 110 km/h

Velocidade Média aproximada = 109,09 km/h, visto que foram percorridos 1200 km durante o tempo de 11 horas.

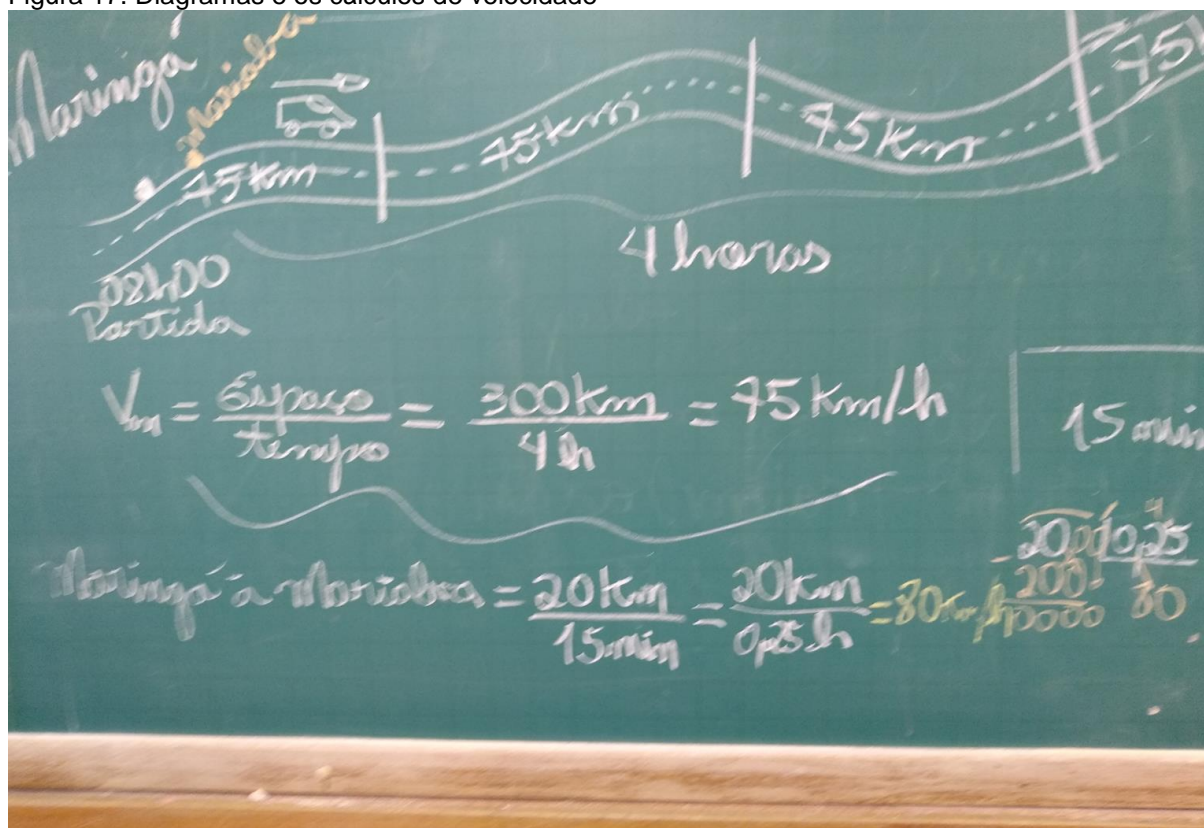


Figura 16. Sala durante a aula.



Fonte: Fonte própria.

Figura 17. Diagramas e os cálculos de velocidade



Fonte Própria.

Figura 18. Caderno do aluno.

Velocidade média - Colisão

Exemplo: Uma viagem pode ser realizada entre Maringá e Ponta Grossa, através da Rodovia BR-376 em um intervalo de tempo de aproximadamente 4 horas e 300 Km.

$v_m = \frac{\text{Espaço}}{\text{tempo}} = \frac{300 \text{ Km}}{4 \text{ h}} = 75 \text{ Km/h}$

Podemos estimar que o condutor, provavelmente estava com excesso de velocidade.

Maringá à Marialva =  $\frac{20 \text{ km}}{15 \text{ min}} = \frac{20 \text{ km}}{0,25 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$

35 min =  $\frac{3}{4} \text{ h}$

$\frac{30}{15} = 2$

$\frac{20,00}{0,25} = 80$

$\frac{20,00}{0,25} = 80$

$\frac{20,00}{0,25} = 80$

nesses casos  $v_m = \frac{300 \text{ Km}}{3 \text{ h}} = 300 \text{ Km/h}$

Colisão 16 Km

Ponta Grossa

75 Km

75 Km

75 Km

300 Km

4 horas

Maringá

Marialva

os 300 Km

Fonte Própria.

Figura 19. Perceptual Motion - Forensic Animations.




Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=ITkp\\_XxJijo](https://www.youtube.com/watch?v=ITkp_XxJijo)




## APÊNDICE B - Banner para o V EBEF


Banner produzido em especial para participação do V EBEF – Escola Brasileira de Ensino de Física realizado em Blumenau – SC entre os dias 27 a 31 de agosto, o qual trouxe contribuições aplicadas durante o estágio supervisionado, na elaboração do produto e para esta Dissertação.



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




**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE  
MARINGÁ**  
Centro de Ciências  
Exatas - Departamento  
de Física



**SBF**  
1966-2016  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**OS ACIDENTES AUTOMOBILÍSTICOS E AS LEIS DE NEWTON – UMA PROPOSTA PARA O ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

Autores: <sup>1</sup>Luciano Gonçalves Costa, <sup>2</sup>Marcos Segale Cervantes, <sup>3</sup>Shallmar Calegarri Zanatta - Afiliação: 1.2.3. MNPEF-DFI - UEM




**ACCIDENT ON THE ROAD**

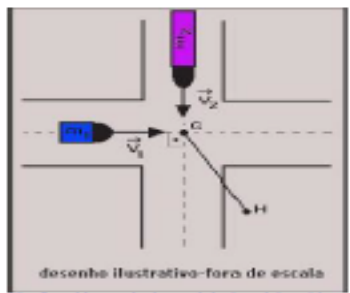
Acidente na Estrada Fonte: <https://www.shutterstock.com/image-vector/crash-accident-car-car-information-245110294>

**Resumo:** O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta para o ensino aprendizagem de Física utilizando os acidentes automobilísticos como precursor motivacional para o ensino da Mecânica newtoniana. Esta proposta atende aos princípios estabelecidos pelos documentos oficiais da educação que valorizam uma aprendizagem pautada na vivência dos alunos, como as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná. Como resultado, espera-se que esta proposta possa servir de guia como um projeto de ensino para o professor de Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Ensino de Mecânica, Física Forense.



<https://www.shutterstock.com/search/collision>



desenho ilustrativo-foro de escala

<https://www.shutterstock.com/image-vector/collision-1000000000>


Inércia  
Conservação de Energia

$$E_c = \frac{m \cdot V^2}{2} \quad \text{e} \quad T = F \cdot \Delta t$$

**AUTOMOBILITY ACCIDENTS AND NEWTON LAWS - A PROPOSAL FOR TEACHING PHYSICAL LEARNING**

**ABSTRACT:** The objective of this work is to present a proposal for the teaching of Physics learning using automobile accidents as a motivational precursor for the teaching of Newtonian mechanics. This proposal complies with the principles established by official education documents that value learning based on the students' experience, such as the Curricular Guidelines of the State of Paraná. As a result, it is hoped that this proposal could serve as a guide as a teaching project for the physics teacher.

**Keywords:** Physics Teaching, Teaching Mechanics, Forensic Physics.



<https://www.shutterstock.com/search/collision>

<sup>1</sup>[luciano@dfi.uem.br](mailto:luciano@dfi.uem.br) - <sup>2</sup>[marcossegale@hotmail.com](mailto:marcossegale@hotmail.com) - <sup>3</sup>[shallmar@yahoos.com.br](mailto:shallmar@yahoos.com.br)

Fonte: Grifos Nossos

## **APÊNDICE C**

### **COLETA DE DADOS**

### **QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTAS**

 <p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
--	--	--

## QUESTIONÁRIO E ENTREVISTAS (antes)

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ N.º do Aluno: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

- 1) Você já estudou Física antes?  
( ) sim ( ) não
- 2) A Física de fato se faz presente no dia-a-dia?  
( ) sim ( ) não
- 3) Quando falamos de Colisões o que vem em mente?
- 4) Já presenciou um acidente de trânsito?  
( ) sim ( ) não
- 5) Quando dois veículos colidem entre si, podemos interpretar o que aconteceu?  
( ) sim ( ) não
- 6) Podemos entender a Física nos acidentes de trânsito?  
( ) sim ( ) não
- 7) O que é deformação?
- 8) O que é atrito?
- 9) Um pneu desgastado (careca) tem atrito?  
( ) sim ( ) não
- 10) Os atritos da pista ou dos pneus influenciam num acidente de trânsito?  
( ) sim ( ) não

11) Uma curva afeta a segurança no trânsito?

sim  não

12) Um carro e um caminhão possui a mesma Energia Cinética em caso de colisão?

sim  não

13) O que é momento linear? Ou momento linear dos veículos em colisão?

14) A massa influencia no resultado de uma colisão?

sim  não

15) As marcas de pneus e os destroços de um acidente ajudam nas evidências?

sim  não

16) Provas materiais e testemunhas podem ajudar a esclarecer as causas de uma colisão?

sim  não

17) Automóveis de passeio, caminhões e motos com a mesma velocidade apresentam a mesma Força depois de uma colisão? Por quê?

sim  não

18) Acidentes de trânsito podem acarretar em resultados de cunho jurídico?

sim  não

19) Um perito poderia se utilizar da Física Forense?

sim  não

20) O conhecimento Físico usado na perícia de um acidente de trânsito pode contribuir no ensino de Física na sala de aula?

sim  não

## TABULAÇÃO DOS DADOS COLETADOS EM TABELAS E GRÁFICOS

O questionário foi aplicado aos alunos do Colégio Estadual Neide Bertasso Beraldo – EFM, localizado na Rua Manoel da Silva, 498, Município de Paiçandu – PR e as turmas selecionadas foram os 8.º ano A e 3.º Anos A e C.

A aplicação foi direcionada a aproximadamente 60 alunos e programada sem avisar os mesmos para evitar influência direta nos resultados. Dessa forma:

- 8.º ano A (25 alunos responderam as perguntas antes de iniciar o trabalho e 27 posteriormente).E, respectivamente;
- 3.º ano A e C (36 alunos responderam antes do trabalho e 38 depois)

Nos momentos da coleta, foram discutidas as questões abertas e narradas nos feedbacks de cada Módulo dos Planos de Aulas e após a coleta, são destacadas as questões objetivas conforme explanação com tabela e gráficos na sequência:

- Questão 1: Você já estudou física antes?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	05	20	35	01
Depois	06	21	38	00

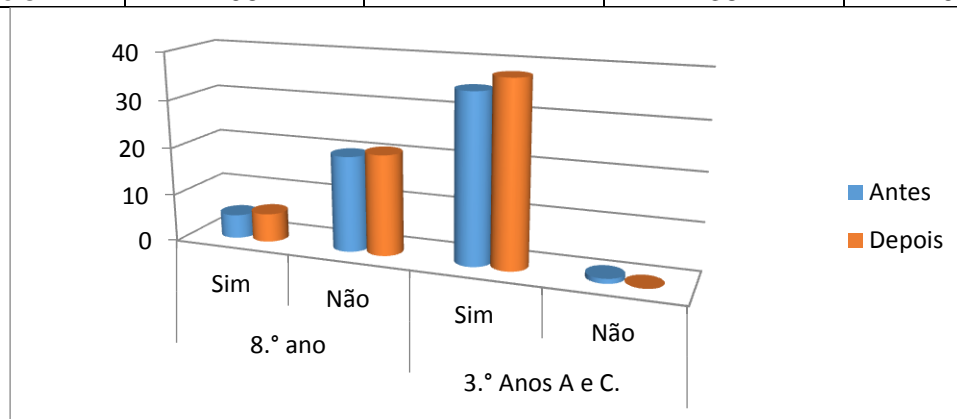


Gráfico 1: Respostas Obtidas na Questão 1

- Questão 2: A física de fato se faz presente no dia-a-dia?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	25	00	33	03
Depois	27	00	38	00

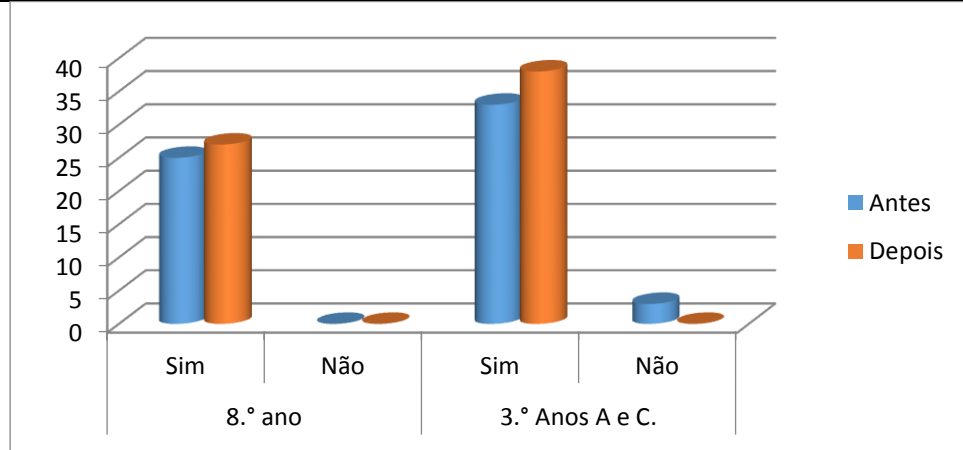


Gráfico 2: Respostas Obtidas na Questão 2

- Questão 4: Já presenciou um acidente de trânsito?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	16	09	26	10
Depois	19	08	28	10

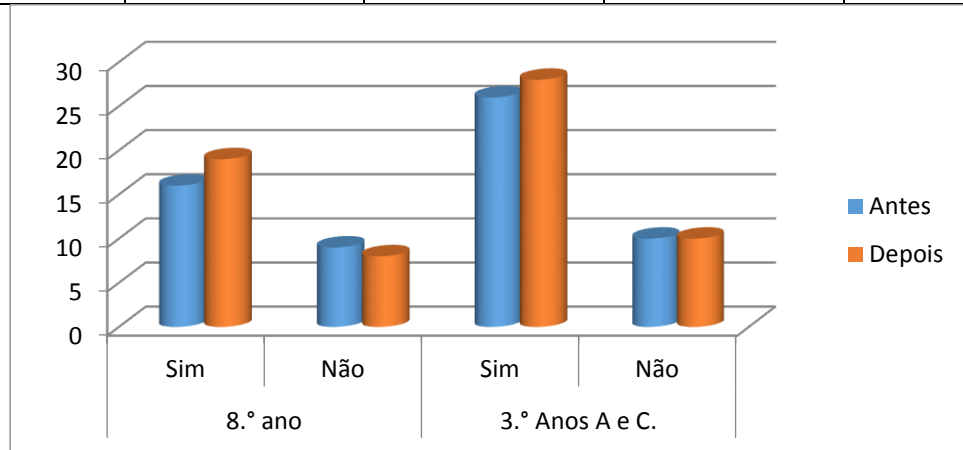


Gráfico 3: Respostas Obtidas na Questão 4



- Questão 5: Quando dois veículos colidem entre si, podemos interpretar o que aconteceu?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	22	03	31	04
Depois	26	01	36	01

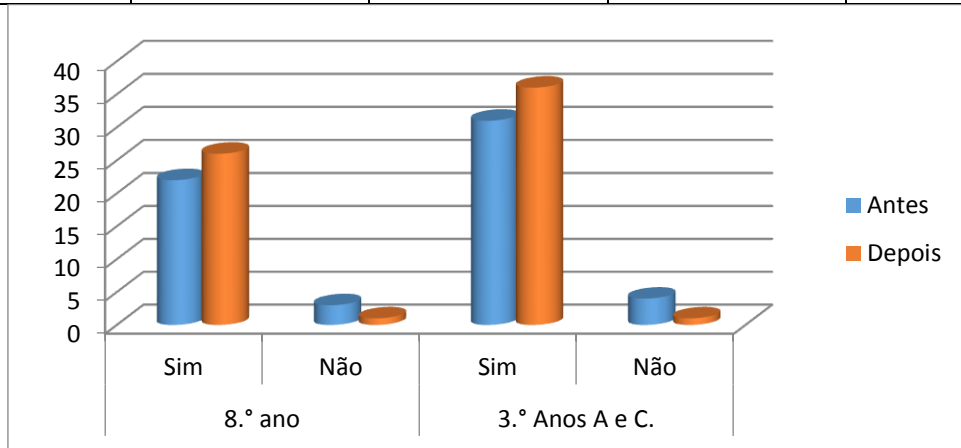


Gráfico 4: Respostas Obtidas na Questão 5

- Questão 6: Podemos entender a física nos acidentes de trânsito?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	15	10	30	06
Depois	26	01	33	05

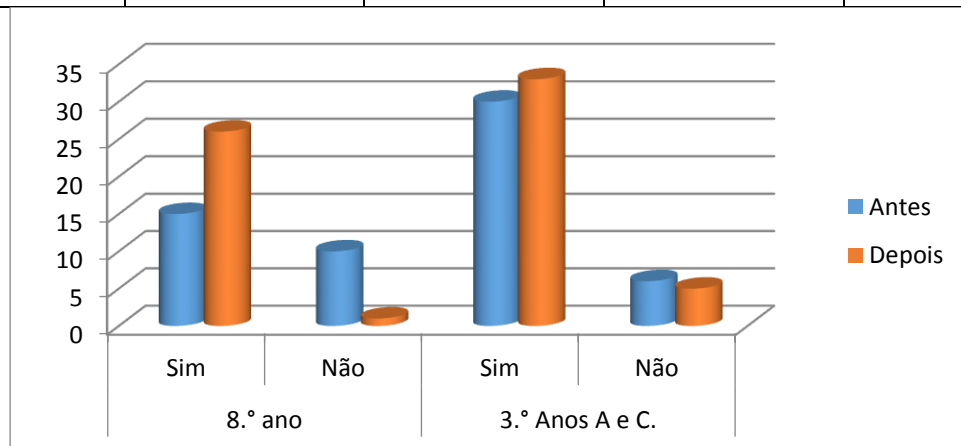


Gráfico 5: Respostas Obtidas na Questão 6

- Questão 9: Um pneu desgastado (careca) tem atrito?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	14	11	16	19
Depois	08	19	14	24

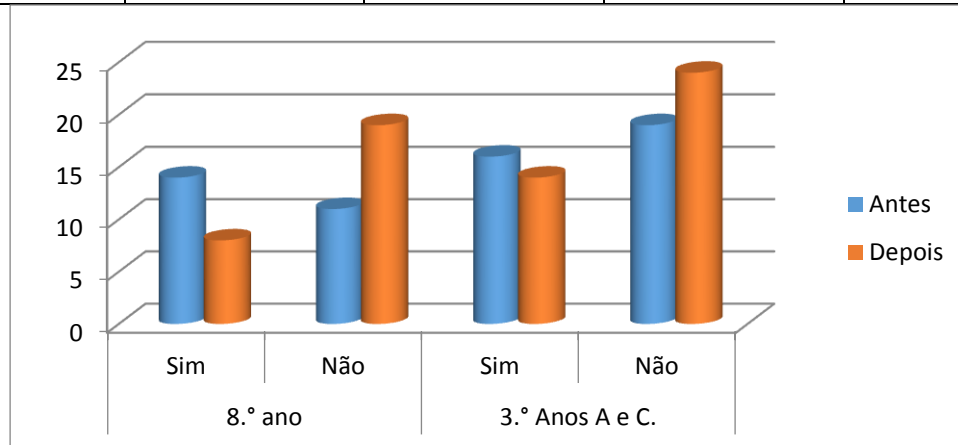


Gráfico 6: Respostas Obtidas na Questão 9

- Questão 10: Os atritos da pista ou dos pneus influenciam num acidente de trânsito?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	23	02	36	00
Depois	27	00	38	00

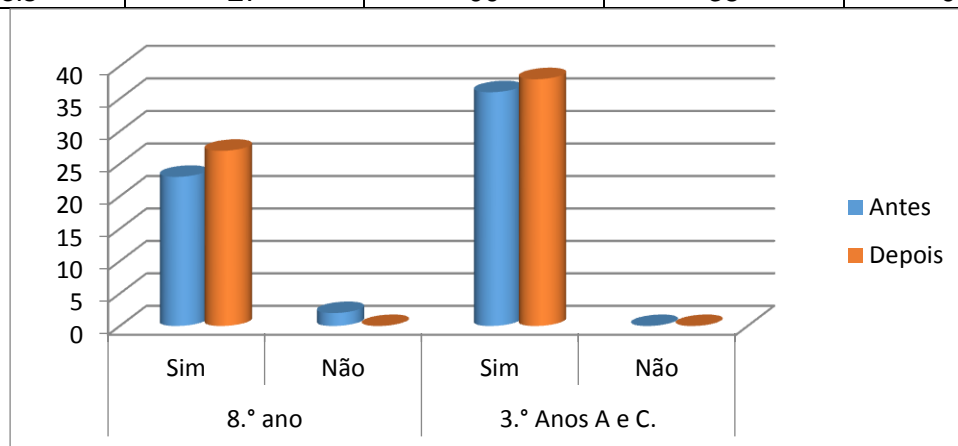


Gráfico 7: Respostas Obtidas na Questão 10

- Questão 11: Uma curva afeta a segurança no trânsito?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	23	02	30	05
Depois	27	00	32	06

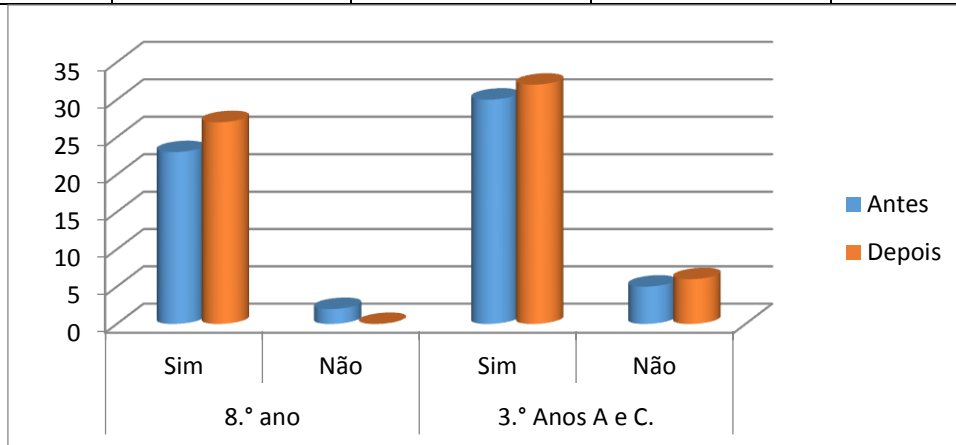


Gráfico 8: Respostas Obtidas na Questão 11

- Questão 12: Um carro e um caminhão possui a mesma energia em caso de colisão?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	03	22	02	33
Depois	01	26	04	34

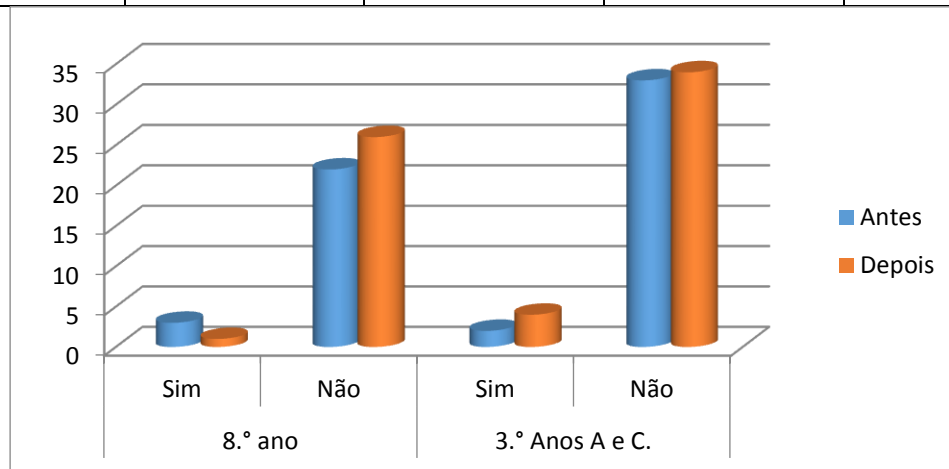


Gráfico 9: Respostas Obtidas na Questão 12

- Questão 14: A massa influencia no resultado de uma colisão?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	22	01	32	04
Depois	21	06	37	01

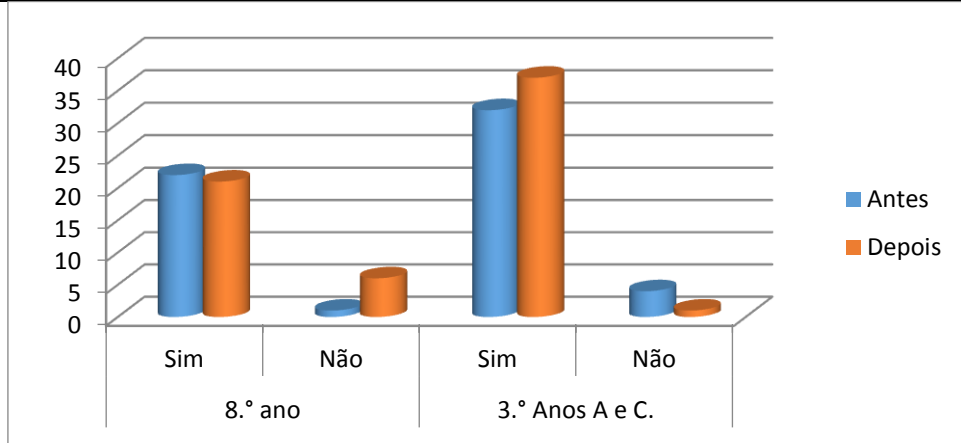


Gráfico 10: Respostas Obtidas na Questão 14

- Questão 15: As marcas de pneus e os destroços de um acidente ajudam nas evidências?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	25	00	36	00
Depois	27	00	36	01

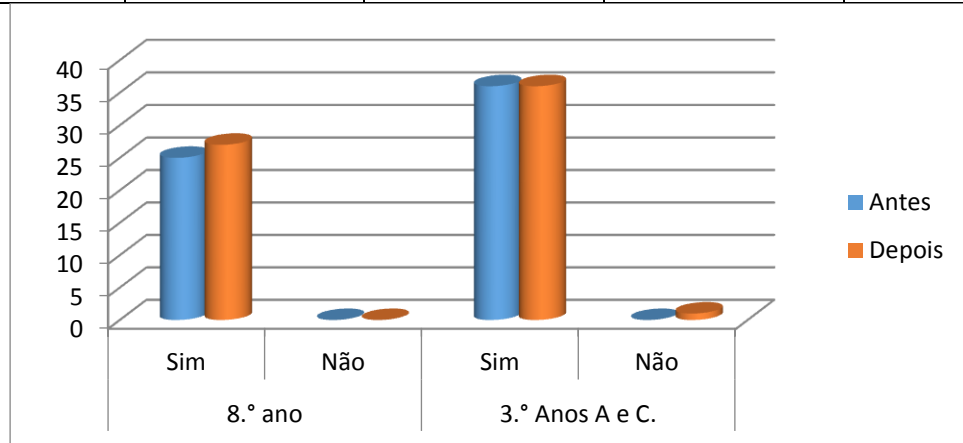


Gráfico 11: Respostas Obtidas na Questão 15

- Questão 16: Provas materiais e testemunhas podem ajudar a esclarecer as causas de uma colisão?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	25	00	35	01
Depois	25	02	37	01

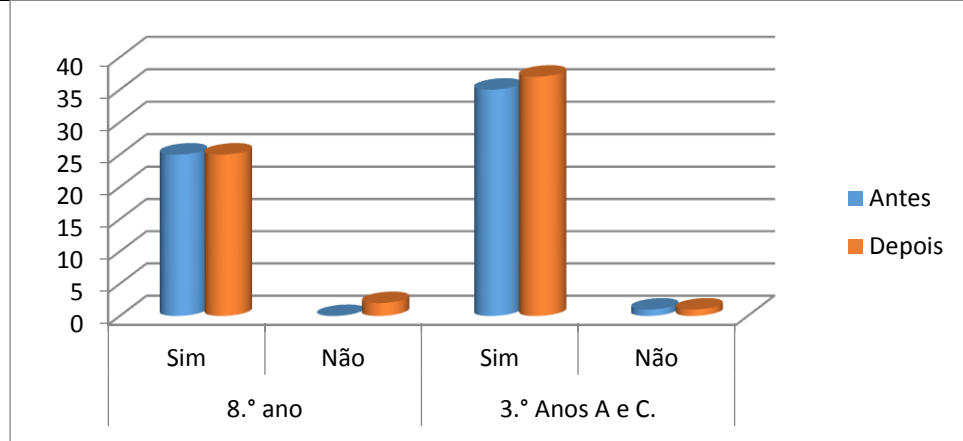


Gráfico 12: Respostas Obtidas na Questão 16

- Questão 17: Automóveis de passeio, caminhões e motos com a mesma velocidade apresentam a mesma força em uma colisão?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	25	00	05	31
Depois	04	23	06	32

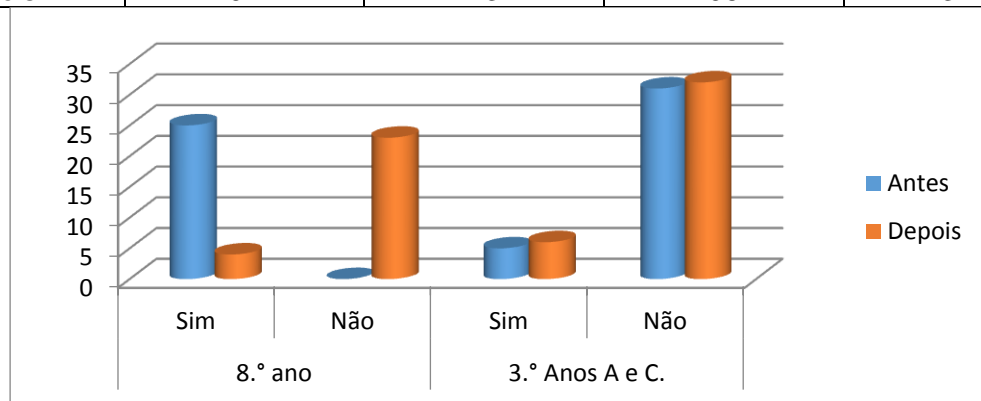


Gráfico 13: Respostas Obtidas na Questão 17

- Questão 18: Acidentes de trânsito podem acarretar em resultados de cunho jurídico?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	24	00	32	03
Depois	23	04	35	03

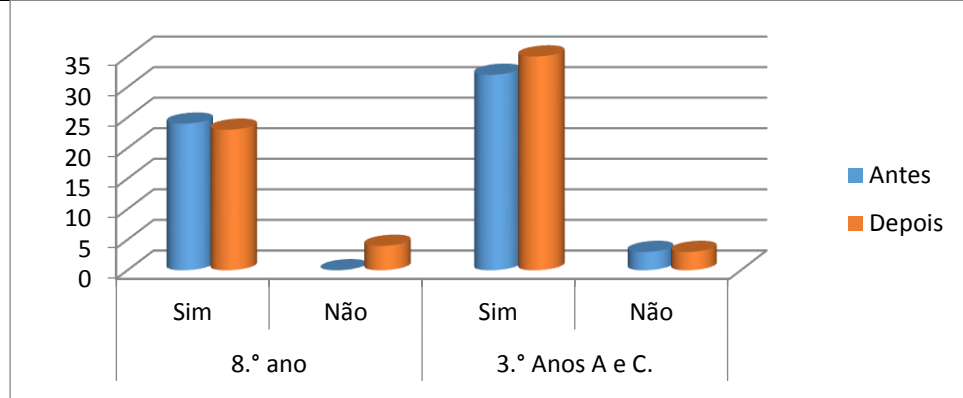


Gráfico 14: Respostas Obtidas na Questão 18

- Questão 19: Um perito poderia se utilizar da Física Forense?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	21	04	29	04
Depois	25	02	37	01

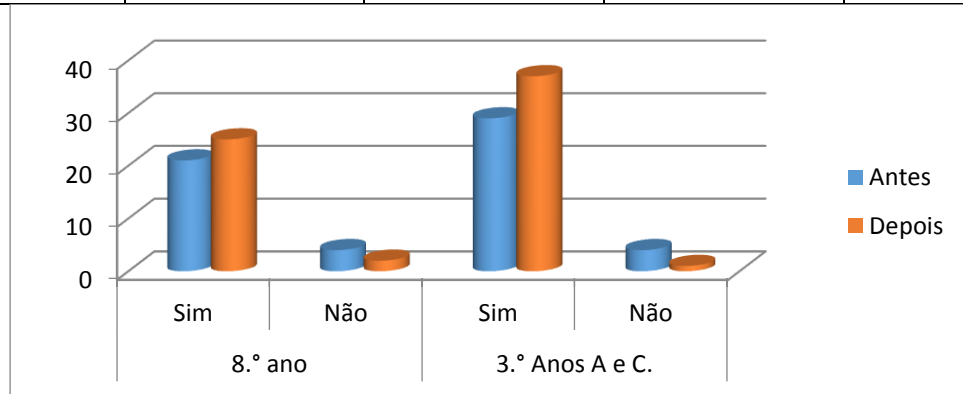


Gráfico 15: Respostas Obtidas na Questão 19

- Questão 20: O conhecimento Físico usado na perícia de um acidente de trânsito pode contribuir no ensino de Física na sala de aula?

Turma	8.º ano		3.º Anos A e C.	
Momento\Opção	Sim	Não	Sim	Não
Antes	22	01	31	05
Depois	27	00	31	06

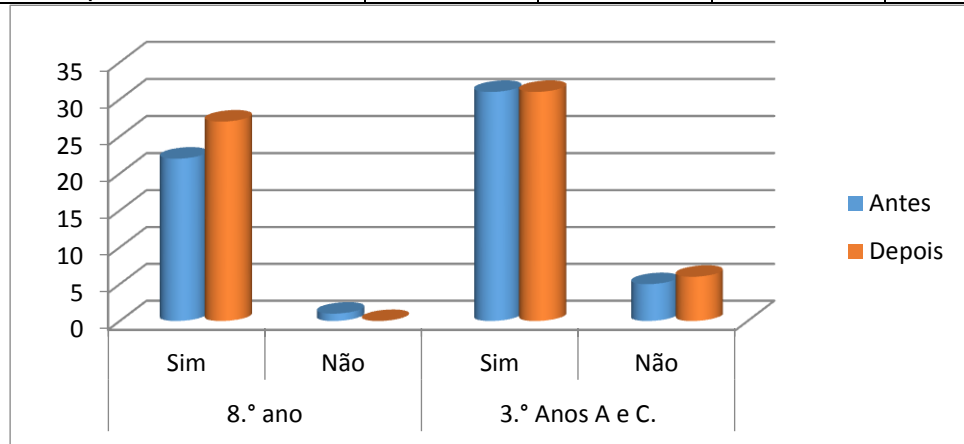


Gráfico 16: Respostas Obtidas na Questão 20

## PANORAMA GERAL - TABULAÇÃO DE DADOS

Número da Pergunta	SIM Antes/Depois		NÃO Antes/Depois		OBS. Não responderam
	Antes	Depois	Antes	Depois	
01	05	06	20	21	
02	25	27	00	00	
04	16	19	09	08	
05	22	26	03	01	
06	15	26	10	01	
09	14	08	11	19	
10	23	27	02	00	
11	23	27	02	00	
12	03	01	22	26	
14	22	21	01	06	02/00
15	25	27	00	00	
16	25	25	00	02	
17	25	04	00	23	
18	24	23	00	04	01/00
19	21	25	04	02	
20	22	27	01	00	02/00

Tabela 01: Representação Geral dos Dados (8.º ano A)

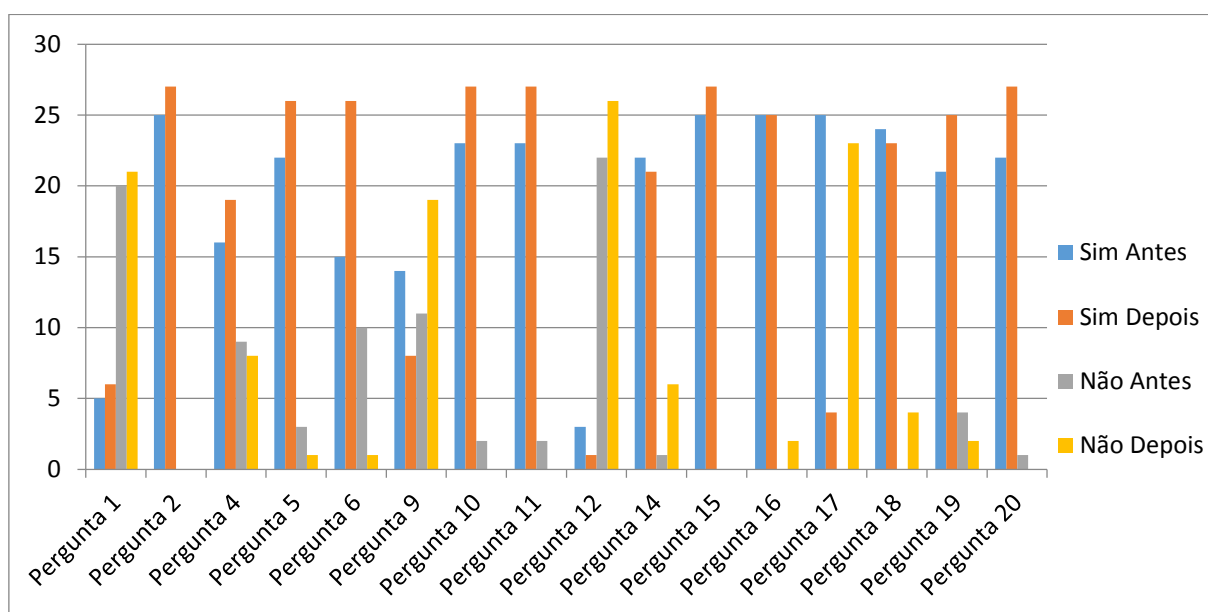


Gráfico 17: Respostas coletadas Antes e Depois (8.º ano A)



Número da Pergunta	SIM		NÃO		OBS. Não responderam
	Antes/Depois	Antes/Depois	Antes/Depois	Antes/Depois	
01	35	38	01	00	
02	33	38	03	00	
04	26	28	10	10	
05	31	36	04	01	01/01
06	30	33	06	05	
09	16	14	19	24	01/01
10	36	38	00	00	
11	30	32	05	06	01/01
12	02	04	33	34	01/00
14	32	37	04	01	
15	36	36	00	01	00/01
16	35	37	01	01	
17	05	06	31	32	01/nulo
18	32	35	03	03	
19	29	37	04	01	03/nulo
20	31	31	05	06	01/00

Tabela 02: Representação Geral dos Dados (3.ºano A e C)

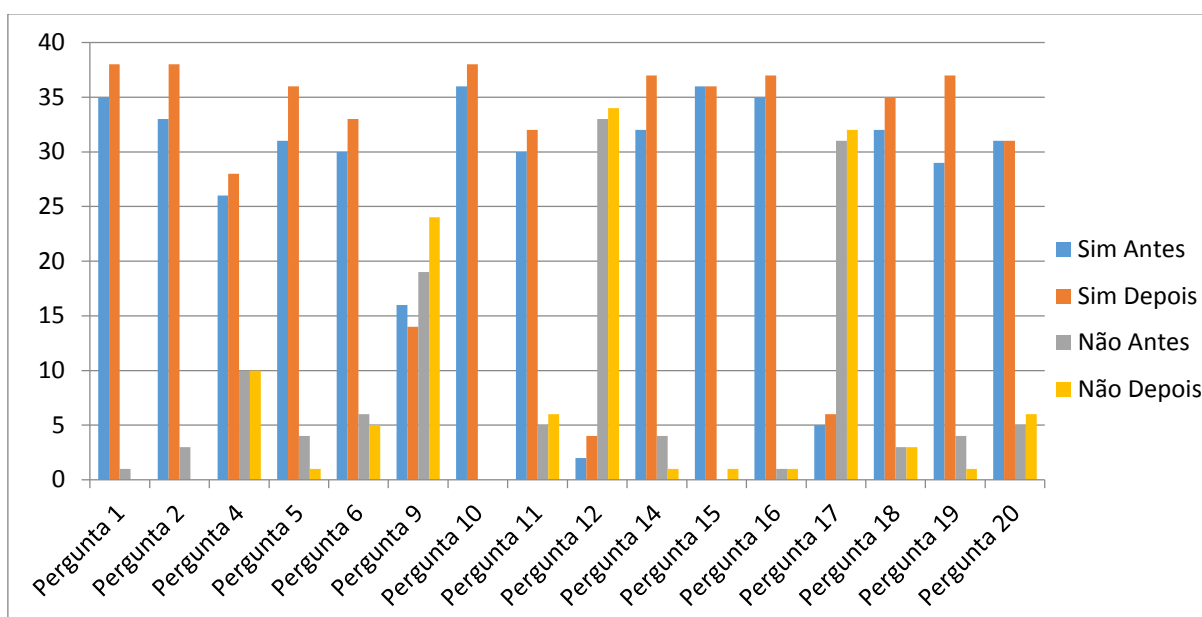


Gráfico 18: Respostas coletadas Antes e Depois (3.ºano A e C)

## APÊNDICE D - SUGESTÕES DE VÍDEOS:

### Perceptual Motion - Forensic Animations:

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

<https://www.youtube.com/watch?v=4OefgYdNkjs&t=109s>

[https://www.youtube.com/watch?v=Yx4\\_ckLbc68](https://www.youtube.com/watch?v=Yx4_ckLbc68)


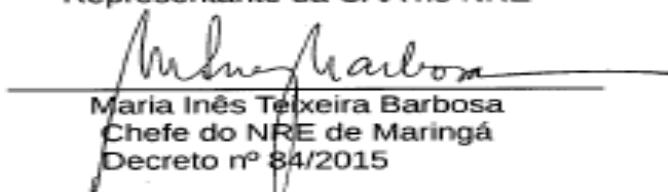
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_RFRMQzSiHQ](https://www.youtube.com/watch?v=_RFRMQzSiHQ)

<https://www.youtube.com/watch?v=AVNSYgaPrX8>

<https://www.youtube.com/watch?v=ESh0TWk-z3s>

## ANEXOS

### ANEXO 01: Parecer do Núcleo Regional de Educação

<b>SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO – SEED</b>
<b>ANEXO VI da RESOLUÇÃO N.º 406/2018 – GS/SEED</b>
<b>TERMO DE CONCORDÂNCIA DO NRE PARA A UNIDADE CEDENTE</b>
Senhor (a) Coordenador (a),
<p>Declaramos que este Núcleo Regional de Educação de Maringá está de acordo com a condução do projeto de pesquisa: Física Forense aplicada ao ensino da mecânica, a ser realizada pelo pesquisador <b>Marcos Segale Carneiro</b> nas Escolas jurisdicionadas a este Núcleo, tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, com Seres Humanos, da Universidade Estadual de Maringá-UEM.</p> <p>Estamos cientes que os participantes da pesquisa serão alunos do Colégio Estadual Neide Bertasso Beraldo EFM da cidade de Paiçandu/PR, pertencentes à Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná, bem como de que o presente trabalho deverá seguir a Resolução 466/2012 (CNS) e o Decreto nº 7037, de 2009.</p> <p><b>Da mesma forma, temos ciência que o pesquisador responsável somente poderá iniciar a pesquisa pretendida após encaminhar, a esta Instituição, uma via do parecer de aprovação do estudo emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá-UEM.</b></p>
Maringá, 04 de setembro de 2018.
 Margarete de Fátima Fernandes Representante da CAA no NRE
 Maria Inês Teixeira Barbosa Chefe do NRE de Maringá Decreto nº 84/2015

## ANEXO 02: Parecer da Plataforma Brasil



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** \*FÍSICA FORENSE APLICADA AO ENSINO DA MECÂNICA

**Pesquisador:** LUCIANO GONSALVES COSTA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 00283018.6.0000.0104

**Instituição Proponente:** CCE - Centro Ciências Exatas

**Patrocinador Principal:** Capes Coordenação Aperf Pessoal Nível Superior

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.001.112

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa proposto por pesquisador vinculado à Universidade Estadual de Maringá.

#### Objetivo da Pesquisa:

Analisar a perspectiva e as possibilidades de rompimento do tradicional modelo dos cursos de formação de professores rumo à inserção na realidade escolar.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Avalia-se que os possíveis riscos a que estarão sujeitos os participantes da pesquisa serão suplantados pelos benefícios apontados.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A proposta deste trabalho será o desenvolvimento de estratégias no ensino de física nas atividades desenvolvidas, visando assessorar e dialogar com os professores dos Ensinos Fundamental e Médio, onde, tem-se a oportunidade de ter um contato quase que direto com os problemas relacionados ao ensino de física e a prática experimental em diferentes níveis de ensino. Busca-se nessa atuação fazer uma reflexão conjunta professor-aluno, visando estabelecer uma parceria, na qual, em vez de se apresentarem respostas prontas para as questões que traz levantarem-se problemas para serem refletidos em conjunto, identificando e dimensionando problemas, focalizando, de modo integrado, o aluno, o professor e o objeto de conhecimento alternativo a sua condição. A pesquisa será realizada por meio de uma introdução teórica dos conteúdos da

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

**UF:** PR

**Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4597

**Fax:** (44)3011-4444

**E-mail:** cocep@uem.br

Continuação do Parecer: 2.991.112

pesquisa entre 5 e 7 aulas expositivas e um questionário para sondagem inicial. Após cada aula será realizado feedback com relatório e aplicabilidade a um produto educacional. Na última aula, será aplicado novamente o questionário para sondagem final e tabulação dos dados.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo Coordenador do Polo 20. O cronograma de execução é compatível com a proposta enviada, porém prevê o início da aplicação do roteiro na data 03/10/2018. Qualquer dado coletado antes da data da aprovação deste protocolo por este comitê, não devem ser utilizados nesta pesquisa. Descreve gastos de R\$ 300,00 sob a responsabilidade do pesquisador. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido contempla as garantias mínimas preconizadas. Apresenta autorização do Núcleo Regional de Educação de Maringá.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá é de parecer favorável à aprovação do protocolo de pesquisa apresentado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Face ao exposto e considerando a normativa ética vigente, este Comitê se manifesta pela aprovação do protocolo de pesquisa em tela.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1219285.pdf	03/10/2018 14:25:30		Aceito
Brochura Pesquisa	entrevista.pdf	03/10/2018 10:08:45	MARCOS SEGALE CARVALHEIRO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoCoord.pdf	25/09/2018 18:55:17	MARCOS SEGALE CARVALHEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoNovoMarcosSCarvalho.pdf	12/09/2018 15:57:55	MARCOS SEGALE CARVALHEIRO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TermoConcordanciaNRE.pdf	12/09/2018 15:55:21	MARCOS SEGALE CARVALHEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLMenoresde18.pdf	12/09/2018 15:46:58	MARCOS SEGALE CARVALHEIRO	Aceito

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4

Bairro: Jardim Universitário

CEP: 87.020-900

UF: PR

Município: MARINGÁ

Telefone: (44)3011-4597

Fax: (44)3011-4444

E-mail: copep@uem.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 2.991.112

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MARINGÁ, 30 de Outubro de 2018

---

**Assinado por:**

Ricardo Cesar Gardiolo  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

**UF:** PR **Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4597

**Fax:** (44)3011-4444

**E-mail:** copep@uem.br



## ANEXO 03: DETRAN - COMO PREVENIR ACIDENTES

22/09/2018

Como prevenir acidentes - DETRAN

### Governo do Estado do Paraná Casa Civil DETRAN

- Inicial
- Motorista
- Veículo
- Parceleros
- Detran
- Educação no Trânsito
- Canais de Atendimento

#### motorista

##### Como prevenir acidentes

Existem procedimentos que, quando praticados conscientemente, ajudam a prevenir ou evitar acidentes. Podemos chamar estes procedimentos de Método Básico na Prevenção de Acidentes e aplicá-los em qualquer atividade no dia-a-dia, que envolva riscos. Podemos aplicá-los, também, no ato de dirigir, desde que conheçamos os fatores que mais levam à ocorrência de um acidente. Além de conhecer estes fatores e os tipos de colisões, você deve estar preparado em todos os momentos, para atitudes que ajudem na prevenção.

Ver, pensar e agir com conhecimento, rapidez e responsabilidade, são os princípios básicos de qualquer método de prevenção de acidentes.

As estatísticas mostram que é grande o número de acidentes que ocorrem envolvendo dois ou mais veículos e que as colisões mais comuns são chamadas de "tradicionais", por peritos ou órgãos ligados ao trânsito, além de outros fatores que veremos a seguir.

##### Colisão com o veículo da frente:

É aquela em que você bate no veículo que está à sua frente e diz "infelizmente não foi possível evitar", por ele ter parado bruscamente ou não ter sinalizado que iria parar.

O condutor defensivo evitaria facilmente esse acidente, utilizando-se corretamente das distâncias recomendadas e evitando dirigir muito próximo ao veículo da frente.

As condições encontradas pelos condutores nas vias, são as mais diversas e a surpresa é o elemento causador dos acidentes dessa natureza, se não estivermos a uma distância segura dos outros veículos.

Deixar de guardar distância de segurança lateral e frontal entre o seu veículo e os demais, bem como em relação ao bordo da pista, resulta em multa, sendo considerado infração grave. Art 192 - CTB.

Mas qual a distância correta? É aquela que nos dá tempo suficiente para paramos nosso veículo sem atingir o da frente, mesmo em situações de emergência ou de parada brusca.

A aquaplanagem é um dos motivos que irá dificultar sua parada a tempo, provocando a colisão, assim como os pneus lisos (carecas) ou mal calibrados, que fazem parte dos equipamentos obrigatórios.

Conduzir o veículo sem equipamento obrigatório ou estando este ineficiente ou inoperante, é infração grave, com penalidade de multa. Art 230 - IX - CTB.

Veja agora algumas sugestões para evitar a colisão com o veículo da frente:

##### - Esteja atento:

Nunca desvie a atenção do que está acontecendo em volta e observe os sinais do condutor da frente, tais como luz de freio, seta, pisca-pisca, sinalização com os braços, etc., pois indicam o que ele pretende fazer.

##### - Controle a situação:

Procure ver além do veículo da frente para identificar situações que podem obrigá-lo a manobras bruscas sem sinalizar, verifique a distância e deslocamento também do veículo de trás e ao seu lado para poder tomar a decisão mais adequada, se necessário, numa emergência.

##### - Mantenha distância:

Hoje isto resulta em multa se não for observado e se você não estiver longe o suficiente, irá bater no veículo da frente. Lembre-se de que com a chuva ou pista escorregadia essa distância deve ser maior que em condições normais.

##### - Comece a parar antes:

Se necessário pise no freio imediatamente ao avistar algum tipo de perigo, mas pise aos poucos para evitar derrapagens ou parada brusca, pondo em risco os outros condutores na via que talvez não conheçam como você estas normas de prevenção de acidentes.

##### Colisão com o veículo de trás:

Uma das principais causas de colisões na traseira é motivada por motoristas que dirigem "colados" e nem sempre pode-se escapar dessa situação, principalmente numa emergência.

Também não adianta o fato de que "quem bate na traseira é legalmente culpado", pois isso pode trazer-lhe consequências graves ou até mesmo matá-lo, como no caso de fratura no pescoço.

Dirigir sem atenção ou sem os cuidados indispensáveis à segurança, resulta em multa, sendo considerado infração leve. Art 169 - CTB.

A primeira atitude do condutor defensivo é livrar-se do condutor que o segue a curta distância, reduzindo a velocidade ou deslocando-se para outra faixa de trânsito ou acostamento, levando-o a ultrapassá-lo com segurança.

Veja as sugestões de Direção Defensiva para livrar-se de situações de perigo:

##### - Planeje o que fazer:

Não fique indeciso quanto ao percurso, entradas ou saídas que irá usar. Planeje antes o seu trajeto para não confundir o condutor

que vem atrás com manobras bruscas.

**- Sinalize suas atitudes:**

Informe através de sinalização correta e dentro do tempo necessário o que você pretende fazer, para que os outros condutores também possam planejar suas atitudes. Certifique-se de que todos entenderam e viram sua sinalização.

**- Pare aos poucos:**

Alguns condutores só lembram de frear após o cruzamento onde deveriam entrar. Isto é muito perigoso, pois obriga os outros condutores a frear bruscamente e nem sempre é possível evitar a colisão.

Livre-se dos colados à sua traseira:

Use o princípio da cortesia e favoreça a ultrapassagem dos "apressadinhos", mantendo sempre as distâncias recomendadas para sua segurança.

Se você parar bruscamente, mudar de faixa de trânsito ou não sinalizar suas intenções, poderá causar um acidente grave.

**Colisão frente a frente:**

É um dos piores tipos de acidente, pois em poucos segundos os veículos se transformam em ferro torcido, envolvendo os condutores e ocupantes de tal maneira que raramente escapam com vida.

Vários são os fatores que ocasionam este tipo de acidente e quase todos eles derivam do descumprimento das leis de trânsito ou de normas de direção defensiva.

Ingestão de bebida alcoólica, excesso de velocidade, dormir no volante, problemas com o veículo ou distração do condutor são apenas alguns desses fatores.

Essas colisões também ocorrem nas ultrapassagens feitas em desacordo com as medidas de segurança.

Veja algumas sugestões para evitá-las:

**- Evite as ultrapassagens perigosas:**

Em locais de pouca visibilidade, nas curvas, locais proibidos por sinalização, verificando sempre se o tempo e o espaço de que você dispõe são suficientes para realizar a ultrapassagem com segurança.

**- Cuidado com as curvas:**

Vários fatores como: velocidade, tipo de pavimento, ângulo da curva, condições do veículo e condutor são fatores que podem determinar a saída do seu veículo da sua faixa de direção, indo chocar-se com quem vem no sentido contrário, causando um acidente grave. Nas curvas reduza sempre a velocidade e mantenha-se atento.

**- Atenção nos cruzamentos:**

Estes acidentes ocorrem nas manobras de virar à direita ou esquerda, não observar o semáforo ou a preferência de passagem no local, assim como a travessia de pedestres. Espere com calma e só realize a manobra nos locais permitidos e com segurança.

Na maioria destes acidentes, por força do impacto, o condutor ou ocupantes são projetados para fora do veículo, através do para-brisa ou portas do veículo. Isso não ocorre se eles usarem o cinto de segurança.

**Outras colisões com dois ou mais veículos:**

Existem ainda vários tipos de colisão que envolvem dois ou mais veículos, porém em todos os tipos de colisão existem fatores determinantes que ocorrem mais comumente e que podem ser evitados se você for um motorista defensivo. São eles:

- falta de visibilidade;
- desconhecimento de preferências;
- manobras não sinalizadas;
- trânsito de pedestres no local;
- desobediência às leis de trânsito e à sinalização.

**Outros tipos de colisão:**

**- Colisão com pedestres:**

Como seu comportamento é imprevisível e não há como evitar o acesso de pessoas imprudentes, portadores de necessidades especiais ou alcoolizados nas vias, a melhor regra para o condutor é ser cuidadoso com o pedestre e dar-lhe sempre o direito de passagem, principalmente nos locais adequados (faixas, área de cruzamento, área escolar).

Deixar de reduzir a velocidade do veículo próximo a escolas, hospitais, estações de embarque e desembarque de passageiros ou onde haja intensa movimentação de pedestres, resulta em multa, sendo considerado infração gravíssima. Art 220 - XV - CTB.

Devemos ter atenção especial com as pessoas idosas, crianças ou portadores de necessidades especiais que são sempre mais sujeitos a envolver-se em acidentes. (Art. 214 - III - CTB)

Lembre-se de que o dano causado ao pedestre sempre é maior por ele não ter o veículo para protegê-lo e, se ocorrer morte ou deixar de prestar socorro pode ser considerado crime.

**Importante:** Saber que prestar socorro é providenciar atendimento ou remoção do ferido da forma mais rápida e segura possível, dentro das normas de Primeiros Socorros.

**- Colisão com animais:**

Ocorrem com mais frequência nas zonas rurais, pois os animais muitas vezes rompem as cercas e invadem a estrada sem que o dono perceba de imediato.

Lembre-se de que o animal não pensa e dificilmente tomará a atitude correta ou a que você espera.

Portanto, assim que perceber qualquer animal na pista, reduza a marcha até que o tenha ultrapassado e nunca use a buzina, pois poderá assustá-lo e fazer com que se volte contra o seu veículo.

A luz também, às vezes, cega o animal e o impede de sair da via para que você passe.

Mantenha sempre a calma, analise a situação e tome a melhor atitude para o momento.

**- Colisão com objetos fixos:**

Ocasionalmente geralmente por culpa do próprio condutor, por mau golpe de vista, quando cansado ou com sono, sob influência de álcool ou medicamentos, excesso de velocidade, desrespeito às leis e à sinalização de trânsito.

Para evitar esses acidentes, o condutor defensivo deve tomar todas as medidas necessárias a segurança e estar atento o tempo todo ao que ocorre ao longo da via.

Lembre-se de que a velocidade ideal é aquela que lhe permite andar com segurança em qualquer tipo ou condição de via e trânsito, parando o veículo a tempo de evitar uma colisão.



**- Colisão com trem:**

Quando ocorre é por falta de atenção ou pressa do condutor, mas tomando alguns cuidados, são facilmente evitáveis. Não parar o veículo antes de cruzar linha férrea, resulta em multa, sendo considerado infração gravíssima. Art 212 - CTB. Respeite a sinalização existente quando houver, preste atenção redobrada na hora de transpor a linha férrea (passagem de nível) e lembre sempre que o trem não pode parar da mesma forma que você.

**Colisão com bicicletas:**

A maioria dos ciclistas é composta por menores ou por pessoas que desconhecem as leis de trânsito e andam pelas vias da maneira que lhes parece melhor.

Porém, para evitar que você se envolva nesse tipo de acidente, o melhor é ficar atento principalmente à noite e tomar precaução quando perceber um ciclista por perto.

Certifique-se de que o ciclista viu e entendeu sua sinalização, mantenha distância e cuidado ao efetuar manobras ou abrir a porta do veículo.

O condutor defensivo é sempre capaz de evitar acidentes, apesar dos erros cometidos por outros condutores, pedestres, passageiros e cavaleiros, que não conhecem ou não cumprem as leis.

**Colisão com motocicletas:**

Motocicletas e similares fazem parte integrante do trânsito e seus condutores devem obedecer sempre à sinalização e às leis de trânsito, mas isso nem sempre ocorre.

Não esqueça que a motocicleta é também um veículo (como caminhão, carro, ônibus) estando o motociclista sujeito a direitos e deveres como qualquer outro condutor.

Muitos condutores desse tipo de veículo costumam ter comportamentos que põe em risco a segurança do trânsito e dos usuários da via.

Não importa de quem é a culpa ou quem não cumpriu a lei. O condutor defensivo procura sempre diminuir os riscos de envolver-se em acidentes.

Esteja alerta em relação a eles. Aumente a distância entre você e ele e na ultrapassagem, observe a mesma distância e procedimentos, como se estivesse ultrapassando um carro.

Consulte "Comportamentos Seguros no Trânsito".

**Mais Acessados**

- [Consulte a sua Pontuação](#)
- [Conheça as Categorias de Habilitação](#)
- [Renovação da CNH](#)
- [Extrato de Multas Pagas](#)
- [Atualize o seu Endereço](#)
- [Solicite 2ª Via da CNH](#)
- [Solicite sua CNH Definitiva](#)
- [Defesa da Autuação/Recurso](#)
- [EAR – Exerce Atividade Remunerada](#)
- [Indique o Condutor](#)

**Veículo Rebaixado**

A Resolução 479/2014 do CONTRAN, sistema de suspensão dos veículos passou a ser o Departamento de Trânsito do Paraná - DETRAN/PR, se o condutor for o Amarel, 2940 - Capão da Imbuia

Legislação

Localização

Atendimento Presencial - Segunda a Sexta 8h às 14h

Atendimento Telefônico - Serviço 24 horas

0800-643-7373 (Telefone Fixo Sem Custo)

41 3361-0154 (Telefone Fixo e Celular)

Ouvidoria Detran/PR



## ANEXO 04: DETRAN - Comportamentos Seguros no Trânsito

22/09/2018

Comportamentos seguros no trânsito - DETRAN

Governo do Estado do Paraná  
Casa Civil  
DETRAN

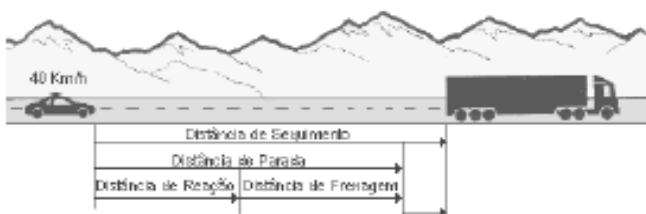
- Inicial
- Motorista
- Veículo
- Parceleros
- Detran
- Educação no Trânsito
- Canais de Atendimento

### motorista

#### Comportamentos seguros no trânsito

Como você viu, existem vários tipos de colisão que podem acontecer com o seu veículo, e os comportamentos perigosos dos condutores nas vias também são bem variados, mas o fator mais comum nos acidentes é não ter conseguido desviar ou parar a tempo o seu veículo, evitando a colisão.

**Como parar:** Você, condutor defensivo, deve conhecer os tipos de paradas do veículo, tempo e distância necessários para cada uma delas.



- **Distância de seguimento:** É aquela que você deve manter entre o seu veículo e o que vai à frente, de forma que você possa parar, mesmo numa emergência, sem colidir com a traseira do outro.

- **Distância de reação:** É aquela que seu veículo percorre, desde o momento que você vê a situação de perigo, até o momento em que pisa no freio. Ou seja, desde o momento em que o condutor tira o pé do acelerador até colocá-lo no freio.

- **Distância de frenagem:** É aquela que o veículo percorre depois de você pisar no freio até o momento total da parada. Você sabe que o seu veículo não para imediatamente, não é mesmo?

- **Distância de parada:** É aquela que o seu veículo percorre desde o momento em que você vê o perigo e decide parar até a parada total do seu veículo, ficando a uma distância segura do outro veículo, pedestre ou qualquer objeto na via.

**Importante:** Você deve ter percebido que a distância de parada é a soma da distância da reação mais a distância de frenagem e portanto, deve ser maior que as duas juntas para evitar a colisão e que esta deve ser a distância de seguimento.

#### Distância Segura:

Para você saber se está a uma distância segura dos outros veículos, vai depender do tempo (sol ou chuva), da velocidade, das condições da via, dos pneus e do freio do carro, da visibilidade e da sua capacidade de reagir rapidamente.

Existem tabelas e fórmulas para você calcular esta distância, principalmente nas rodovias, mas como elas variam muito, e dependem além do tipo e peso do veículo, de outros fatores que também variam muito, o melhor é manter-se o mais longe possível (dentro do bom senso), para garantir a sua segurança.

Porém, para manter uma distância segura entre os veículos nas rodovias, sem a utilização de cálculos, fórmulas ou tabelas, vamos lhe ensinar a usar "o ponto de referência fixo":



- Observe a estrada à sua frente e escolha um ponto fixo de referência (à margem) como uma árvore, placa, poste, casa, etc.

- Quando o veículo que está à sua frente passar por este ponto, comece a contar pausadamente: cinqüenta e um, cinqüenta e dois. (mais ou menos dois segundos).

- Se o seu veículo passar pelo ponto de referência antes de contar (cinqüenta e um e cinqüenta e dois), deve aumentar a distância, diminuindo a velocidade, para ficar em segurança.

- Se o seu veículo passar pelo ponto de referência após você ter falado as seis palavras, significa que a sua distância, é segura.

- Este procedimento ajuda você a manter-se longe o suficiente dos outros veículos em trânsito, possibilitando fazer manobras de emergência ou paradas bruscas necessárias, sem o perigo de uma colisão.

**Atenção:** Esta contagem só é válida para veículos pequenos (até 6 metros) e na velocidade de 80 e 90 km e em condições normais de veículo, tempo, estrada.

**Cinto de segurança:**

Como o próprio nome diz, este é um dispositivo que garante a sua segurança em caso de acidentes, além de fazer parte dos equipamentos obrigatórios e seu uso nas vias urbanas e rurais é obrigatório a todos os ocupantes do veículo. Aplica-se aos automóveis, caminhonetes, camionetas, caminhões veículos de uso misto e aos veículos de transporte de escolares. Art. 65 - 167 - CTB e Resolução 48/98 - CONTRAN.

Atualmente são usados três tipos de cinto:

- Cinto pélvico ou subabdominal - aquele que se prende à cintura;
- Cinto torácico ou diagonal - aquele que se prende ao peito;
- Cinto de três pontos - aquele que se prende ao peito e ao quadril ao mesmo tempo.

O cinto de três pontos é o que dá mais proteção ao condutor e passageiros, impedindo que eles sejam jogados para fora do veículo, ou mesmo contra o painel ou partes contíguas do veículo e sofram muitas vezes danos físicos graves ou a morte.

O cinto é de uso obrigatório para os ocupantes na parte da frente dos veículos, e a partir de primeiro de Janeiro de 1999 para todos os passageiros (conforme resolução do CONTRAN) e quem não usar fica sujeito a penalidade prevista no Código.

Crianças menores de 10 anos só podem ser transportadas no banco de trás, usando o cinto e quando for bebê de colo (até quatro anos) deve usar a cadeira e o suporte próprio para prender o cinto (no banco de trás).

Nos veículos de transporte de escolares, deve haver um cinto para cada ocupante, utilizando-o corretamente.

Veja mais informações sobre o Cinto de Segurança:

É importante lembrar que, além de obrigatório, o cinto faz parte da sua segurança e usá-lo em todas as ocasiões é sua obrigação, só depende de seu uso constante para formar o hábito.

**Mais Acessados**

- [Consulte a sua Pontuação](#)
- [Conheça as Categorias de Habilitação](#)
- [Renovação da CNH](#)
- [Extrato de Multas Pagas](#)
- [Atualize o seu Endereço](#)
- [Solicite 2ª Via da CNH](#)
- [Solicite sua CNH Definitiva](#)
- [Defesa da Autuação/Recurso](#)
- [EAR – Exerce Atividade Remunerada](#)
- [Indique o Condutor](#)

**Quero transferir o veículo para meu nome**

mas o vendedor é falecido. Como fazer?

Neste caso deverá o herdeiro (ou seja, para

o Departamento de Trânsito do Paraná - DETRAN/PR

quem tiver a posse do bem, apresentar a

foto e o nome do falecido, no caso da Imbuva

82000-000 - Curitiba - PR

(quando houver inventário ou Alvará Judicial

na ausência de inventário)

**Atendimento Presencial** - Segunda a Sexta 8h às 14h

**Atendimento Telefônico** - Serviço 24 horas

0800-643-7373 (Telefone Fixo Sem Custo)

41 3361-0154 (Telefone Fixo e Celular)

**Ouvidoria Detran/PR**



## ANEXO 05: DETRAN – Estatísticas do DETRAN e Ministério da Saúde

### Acidentes nas rodovias federais do Paraná

Evolução dos acidentes nas rodovias federais do Paraná de 2007 a 2016, localização dos acidentes e análise de segmentos críticos nas rodovias BR 116-PR e 277-PR.

Acidentes de trânsito nas rodovias federais		Estado do Paraná										
Mortos por rodovia e por ano, 2007 a 2016												
(Fonte: DPRF, dados abertos)		POR VIAS SEGURAS, 22/04/2018										
Rodovia	Extensão	PR: mortos nas rodovias federais, 2007 a 2016										Total geral
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
116-PR	210,8	107	93	89	99	60	85	66	89	60	53	801
153-PR	506,2			15	20	41	31	35	33	41	37	253
158-PR	556,2			4	10	16	21	20	22	11	24	128
163-PR	343,2			12	9	27	43	39	47	21	26	224
272-PR	572,3		0	2	1	7	19	17	29	17	15	107
277-PR	732,1	159	133	189	207	219	235	233	195	163	174	1907
280-PR	327,2			1	7	5	3	2	11	8	2	39
369-PR	507,2			38	73	70	88	67	86	56	69	547
373-PR	620,5	29	12	33	29	36	33	27	31	36	35	301
376-PR	682,1	33	27	106	178	159	176	172	172	110	139	1272
467-PR	117,4			5	11	15	15	9	8	11	13	87
469-PR	33	0	2	2	1	0	2	1	1	0	1	10
476-PR	366,7	32	30	61	68	67	83	56	46	44	55	542
487-PR	526,3			1	10	15	4	6	8	6	9	59
<b>Total</b>	<b>6101,2</b>	<b>360</b>	<b>297</b>	<b>558</b>	<b>723</b>	<b>737</b>	<b>838</b>	<b>750</b>	<b>778</b>	<b>584</b>	<b>652</b>	<b>6277</b>
(Extensão das rodovias: dados do SNV 2013 publicado pelo DNIT, página 201)												

Fonte: [http://vias-seguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_estaduais/estatisticas\\_de\\_acidentes\\_no\\_parana](http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_parana)

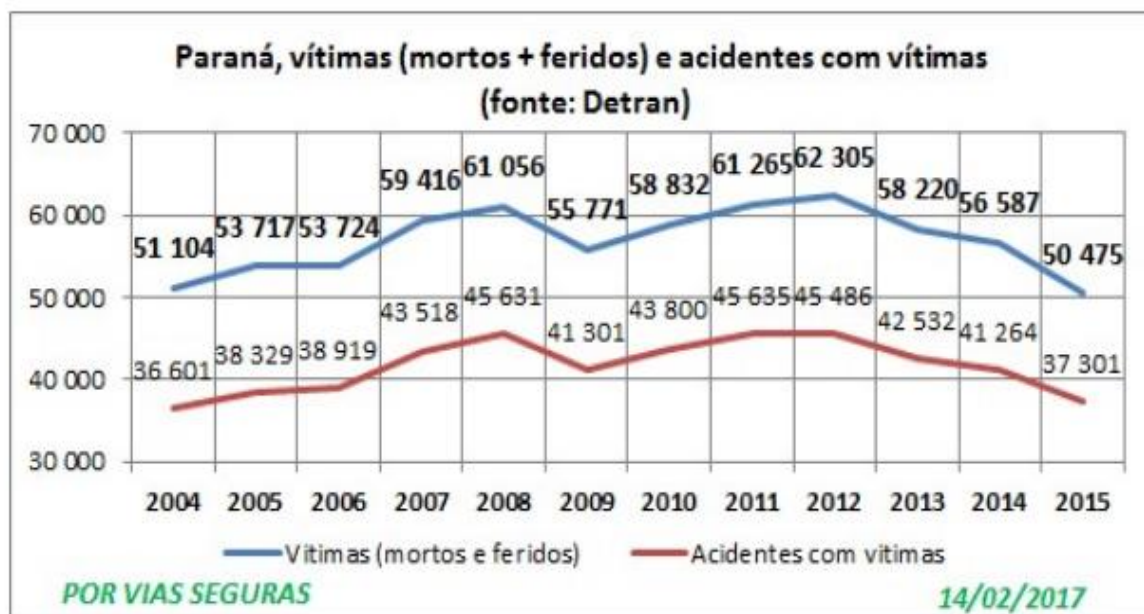


## Comparação das estatísticas Detran e Datasus



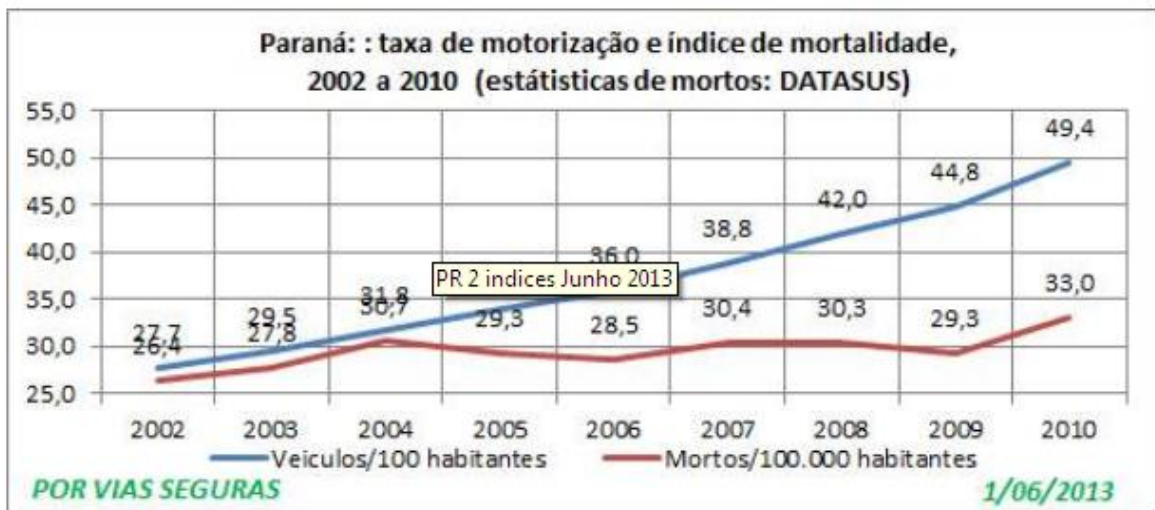
Fonte: [http://vias-seguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_estaduais/estatisticas\\_de\\_acidentes\\_no\\_parana](http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_parana)

## Acidentes de trânsito e vítimas (mortos e feridos) de 2003 a 2015

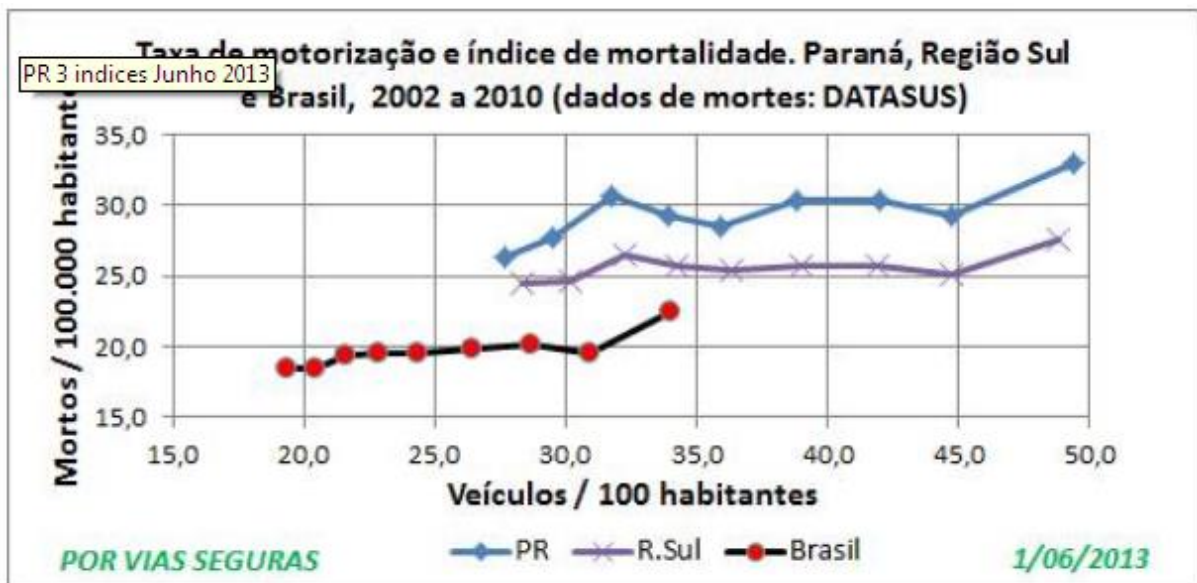


Fonte: [http://vias-seguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_estaduais/estatisticas\\_de\\_acidentes\\_no\\_parana](http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_parana)

Índices (evolução de 2002 a 2010)



Fonte: [http://vias-seguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_estaduais/estatisticas\\_de\\_acidentes\\_no\\_parana](http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_parana)



Fonte: [http://vias-seguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_estaduais/estatisticas\\_de\\_acidentes\\_no\\_parana](http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_parana)

## REFERÊNCIAS DOS ANEXOS

### **Como prevenir acidentes:**

<<http://www.detran.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=motorista&id=343>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

### **Comportamentos seguros no trânsito:**

<<http://www.detran.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=motorista&id=345>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

### **Estatísticas do DETRAN e Ministério da Saúde:**

< [http://vias-seguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_estaduais/estatisticas\\_de\\_acidentes\\_no\\_parana](http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_parana)>. Acesso em: 01 mai. 2018.