

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**

Thiago Franco

**Conceitos de Física presentes no Código de Trânsito Brasileiro: uma análise
dos elementos envolvidos e sua empregabilidade no Ensino Médio
utilizando a abordagem CTS**

Bauru
2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**

Thiago Franco

**Conceitos de Física presentes no Código de Trânsito Brasileiro: uma análise
dos elementos envolvidos e sua empregabilidade no Ensino Médio
utilizando a abordagem CTS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Bauru, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciência, na linha de Pesquisa Linguagem, discurso e Ensino de Ciências, sob a orientação da Professora Doutora Alice Assis.

Bauru
2023

Franco, Thiago.

Conceitos de Física presentes no Código de Trânsito Brasileiro: uma análise dos elementos envolvidos e sua empregabilidade no Ensino Médio utilizando a abordagem CTS/ Thiago Franco, Bauru, 2023.

112p.

Orientadora: Alice Assis

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências, Bauru, 2023.

1.Código de trânsito Brasileiro. 2.Ensino de Física. 3. Educação CTS. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE THIAGO FRANCO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 23 dias do mês de fevereiro do ano de 2023, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de THIAGO FRANCO, intitulada **Conceitos de Física presentes no Código de Trânsito Brasileiro: Uma análise dos elementos envolvidos e sua empregabilidade no ensino médio utilizando a abordagem CTS**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof^ª. Dr^ª. ALICE ASSIS (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia - UNESP/Guaratingueta, Prof. Dr. MAURO SÉRGIO TEIXEIRA DE ARAÚJO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Universidade Cruzeiro do Sul, Prof. Dr. RODOLFO LANGHI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final **Aprovado**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Prof^ª. Dr^ª. ALICE ASSIS

“Eu vou dizer uma coisa que você por sua vez sabe. O mundo não é um grande arco-íris. É um lugar sujo, é um lugar cruel, que não quer saber o quanto você é durão, vai botar você de joelhos e você vai ficar de joelhos para sempre se você deixar. Você, eu, ninguém vai bater tão duro como a vida. Mas não se trata de bater duro, se trata de quanto você aguenta apanhar e seguir em frente. O quanto você é capaz de aguentar e continuar tentando. É assim que se consegue vencer!”

(Rocky, Sylvester Stallone – *Rocky Balboa*, 2006)

AGRADECIMENTOS

Quando paramos a pensar no fim de um caminho, pensamos que enfim chegamos, mas a parte mais importante não é seu fim e sim seu trajeto, sendo quantificados e potencializados pelo quanto caminhamos, sofremos e nos superamos para chegar até o objetivo final. Agradecimentos sempre serão injustos, principalmente quando os nomeamos e nem sempre intencionalmente nos esquecemos de quem também contribuiu sedimentando esta estrada, mas aos que cometer tal ato peço humildes desculpas.

Primeiramente devo agradecer a um dos professores mais incríveis que conheci ao longo de toda minha jornada acadêmica, o professor Doutor Roberto Langhi, que me influenciou imensamente de forma a acreditar que seria possível ser aceito em um programa de mestrado, mesmo não obtendo êxito por duas vezes consecutivas. A segunda pessoa que devo sem dúvidas a conclusão desta etapa é minha orientadora professora Doutora Alice Assis, a qual exerceu seu papel primorosamente e agiu de forma humana e empática com todos os percalços que se delinearam no desenvolvimento desta dissertação. Agradeço ainda o professor Doutor Mauro Sérgio Teixeira de Araújo pelas incríveis contribuições nas bancas de qualificação e defesa que engrandeceram ainda mais a relevância deste trabalho.

Agradeço o Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência da Universidade Estadual Paulista pela oportunidade de buscar e levar conhecimento por meio da minha pesquisa.

Por fim, nem de longe menos importante, minha esposa, Carine Ramos de Oliveira-Franco, a qual tenho orgulho de dizer que neste ano de 2022 obteve merecidamente seu título de doutora em Psicologia. Que motivou um namorado acomodado, o qual havia desistido do seu sonho em cursar UNESP, por acreditar em sua incapacidade de passar em um vestibular, a se formar em Licenciatura em Física e ainda pensar no que acreditava ser impossível, que era buscar patamares acadêmicos ainda mais altos como o de Mestrado. Tenho que frisar também que além de incentivadora, suportou toda a frustração dos meus erros cometidos e foi a força motriz para que todas as dificuldades fossem superadas.

FRANCO, T. Conceitos de Física presentes no Trânsito Brasileiro: Uma análise dos elementos envolvidos e sua empregabilidade no Ensino Médio. 2023. 112p. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2023.

Resumo: Este trabalho é de natureza qualitativa e documental e foi baseado no levantamento de informações junto ao Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que regula o trânsito automotivo cotidiano dos brasileiros e sua composição, buscando sua possível conexão com o ensino de Física através da Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Nessa perspectiva, procurou-se evidenciar que as leis associadas à normatização relativa à circulação de veículos automotores têm em seu cerne, conceitos de Física em sua formulação. Com essa linha de pensamento busca-se correlacionar os conceitos físicos presentes no CTB, o Ensino de Física e Educação CTS, sinalizando um caminho possível para o aprendizado no campo da Física, visando assim demonstrar uma vertente promissora ao explicitar que mesmo implicitamente a Física influencia na elaboração das leis pelo poder legislativo, mais especificamente no que se refere ao CTB vigente. Ao se analisar atentamente a composição do CTB, mesmo este não destacando tacitamente conceitos de Física, observou-se a sua potencialidade como instrumento de estudo, análise e possível transposição para o ensino de Física. Nesse contexto, emergiu a seguinte questão de pesquisa: Quais conceitos de Física podem ser inferidos a partir da análise do conteúdo dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro, visando uma abordagem pautada na Educação CTS no Ensino Médio? Para responder a essa questão, utilizou-se a técnica de Análise de Conteúdo, segundo os preceitos de Laurence Bardin. A análise dos artigos constantes no Código de Trânsito Brasileiro apontou a possibilidade de se abordar os seguintes conceitos de Física em sala de aula: Momento, Leis de Newton, movimento relativo, Movimento Uniformemente Variado (MUV), óptica, máquinas térmicas e efeito Doppler.

Palavras-chave: Código de Trânsito Brasileiro, Ensino de Física, Educação CTS.

FRANCO, T. Physical concepts present in Brazilian traffic: An analysis of the elements involved and their employability in High School. 2023. 112p. Dissertation (Master's in Science Education) – College of Sciences, Júlio de Mesquita Filho University, Bauru, 2023.

Abstract: This work is of a qualitative and documental nature and was framed during the gathering of information about the daily automotive traffic of Brazilians and its composition, so that its possible connectivity with the teaching of Physics was sought through STS education. In this perspective, we tried to show that the laws associated with the regulation regarding the circulation of motor vehicles have Physics concepts at their core in their formulation. With this line of thought, linking traffic to teaching originates a profuse path for learning in the field of Physics, since it consists of a qualitative and documental nature and was based on the collection of information from the Brazilian Traffic Code (BTC), which regulates the daily automotive traffic of Brazilians and its composition, so that a possible connection with the teaching of Physics through STS Education. In this perspective, we tried to show that the laws associated with the regulation regarding the circulation of motor vehicles have Physics concepts at their core in their formulation. With this line of thought, we seek to link physical concepts present in BTC, Physics Teaching and STS Education, signaling a possible path for learning in the field of Physics, since it constitutes a promising aspect by showing that even implicitly Physics influences the elaboration of laws by the legislature, more specifically with regard to the current BTC. By carefully analyzing the composition of the BTC, even if not tacitly highlighting Physics concepts, its potential as a study, analysis and possible transposition tool for Physics teaching was observed. In this context, the following research question emerged: What concepts of Physics can be inferred from the content analysis of the articles of the Brazilian Traffic Code, aiming at an approach based on STS Education in High School? To answer this question, the Content Analysis technique was used, according to the precepts of Laurence Bardin. The analysis of the articles in the Brazilian Traffic Code pointed to the possibility of approaching the following Physics concepts in the classroom: Momentum, Newton's Laws, relative motion, Uniformly Varied Motion (UVM), optics, thermal machines and Doppler effect.

Keywords: Brazilian Traffic Code, Physics Teaching, STS Education.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	página 10
CAPÍTULO 1: O ENSINO DE FÍSICA	página 13
CAPÍTULO 2: O CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO.....	página 20
CAPÍTULO 3: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	página 23
CAPÍTULO 4: A PESQUISA	página 28
CAPÍTULO 5: A ANÁLISE DOS DADOS	página 39
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	página 105
REFERÊNCIAS	página 107

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa é de natureza qualitativa e documental, baseada no levantamento de informações junto ao Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que regula o trânsito automotivo cotidiano dos brasileiros e sua composição, de modo a correlacionar a possível conexão com o ensino de Física através da Educação CTS. Nessa perspectiva, procuramos evidenciar que as leis associadas à normatização relativa à circulação de veículos automotores têm em seu cerne conceitos de Física em sua formulação. Com essa linha de pensamento, buscamos identificar os conceitos de Física presentes no CTB, de forma explícita ou implícita, apontando possíveis maneiras de abordá-los de acordo com a Educação CTS, sinalizando um caminho possível para o aprendizado no campo da Física, visto que constitui uma vertente promissora ao mostrar que, mesmo implicitamente, a Física influencia na elaboração das leis pelo poder legislativo, mais especificamente no que se refere ao CTB vigente.

A motivação para a realização do trabalho proposto veio a partir da constatação de que muitos estudantes enfrentam dificuldades para compreender conceitos de Física, que geralmente são considerados abstratos e distantes da realidade cotidiana. Sendo assim, decidimos buscar uma maneira de tornar o aprendizado de Física mais acessível e significativo para os alunos.

Para alcançar esse objetivo, nos baseamos na abordagem da Educação CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), que visa integrar as ciências naturais, a tecnologia e a sociedade, contextualizando o conhecimento científico e tecnológico e mostrando sua relevância para a sociedade e seus impactos no mundo contemporâneo. Dessa forma, a Educação CTS permite que os alunos compreendam como a ciência e a tecnologia afetam suas vidas e o mundo ao seu redor, o que pode tornar o aprendizado de Física mais interessante e relevante.

Assim, o trabalho proposto busca integrar a Educação CTS e o ensino de Física, utilizando o Código de Trânsito Brasileiro como um recurso para evidenciar que as leis de trânsito, apesar de não destacarem explicitamente conceitos de Física, são baseadas em princípios físicos. Ao abordar esses conceitos de Física de maneira contextualizada e mostrando sua relevância para a sociedade, espera-se que os alunos possam compreender melhor os conceitos abstratos de Física e sua aplicação na vida real.

A escolha do CTB como objeto de estudo se deve ao fato de que as leis de trânsito regulamentam o comportamento dos condutores e a circulação de veículos em vias públicas, exigindo que estes tenham conhecimentos básicos de Física para uma condução segura e eficiente. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar a possibilidade de se abordar, em sala de aula, conceitos de Física presentes no CTB, utilizando abordagens pautadas na Educação CTS.

A partir da constatação da relevância da abordagem da Educação CTS no Ensino Médio e do reconhecimento de que muitos estudantes apresentam dificuldades em compreender os conceitos abstratos da Física, surge a necessidade de investigar os conceitos de Física que podem ser inferidos a partir da análise do conteúdo dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) em uma abordagem pautada na Educação CTS, emergindo assim a seguinte questão de pesquisa: Quais conceitos de Física podem ser inferidos a partir da análise do conteúdo dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro, visando uma abordagem pautada na Educação CTS no Ensino Médio? Para responder a essa questão, utilizamos a técnica de Análise de Conteúdo, segundo os preceitos de Laurence Bardin (1977). Com isso, dividimos a estrutura de nosso trabalho em cinco capítulos e em considerações finais.

No **Capítulo 1, ENSINO DE FÍSICA**: tivemos como objetivo fazer um breve relato sobre o Ensino de Física no Brasil e descrever os documentos legais vigentes.

No **Capítulo 2, O CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO**: delineamos o contexto histórico do Código de Trânsito Brasileiro, abrangendo sua primeira idealização até sua evolução para as leis que o compõem atualmente.

No **Capítulo 3, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**: adotamos como ponto central a Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), mostrando seus preceitos e potencialidades ao ser usado no meio educacional.

No **Capítulo 4, A PESQUISA**: destacamos os objetivos da presente pesquisa e como se desenvolveu sua execução. Explicitamos, ainda, que a metodologia usada para análise de dados é baseada na Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

No **Capítulo 5, A ANÁLISE DOS DADOS:** apresentamos os resultados de nossa análise, conforme as premissas adotadas, mostrando a presença, explícita ou implícita, de conceitos de Física nos artigos que compõem o Código de Trânsito Brasileiro e apresentamos sugestões de aplicação em sala de aula destes conceitos, segundo os fundamentos e parâmetros da Educação CTS.

Nas **Considerações Finais**, vislumbramos e refletimos sobre os resultados encontrados e nas possíveis potencialidades que a pesquisa apresentou em sua conclusão.

CAPÍTULO 1

O ENSINO DE FÍSICA

Antes de nos debruçarmos sobre as descrições do ensino de Física no Brasil propriamente dito, é necessário entendermos a sua estrutura em seu escopo mais abrangente, apresentando algumas de suas especificidades. Para traçarmos adequadamente este panorama, utilizamos a lei que rege a classificação do ensino nacional, ou seja, a Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996, conhecida amplamente como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

O artigo 21 da LDB define a composição da Educação escolar nacional em dois campos: O primeiro é denominado como Educação Básica, que compreende a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio; e o segundo abrange a Educação Superior (BRASIL, 1996). Em seus artigos subsequentes são traçadas as especificações de cada etapa. A Educação Infantil se subdivide em duas faixas etárias, de modo que crianças de até três anos de idade frequentam as creches ou similares; crianças com idades entre quatro e seis anos frequentam as pré-escolas.

O Ensino Fundamental se apresenta com duração mínima de oito anos, de cunho obrigatório, sendo oferecido gratuitamente em escolas públicas, escalonado em séries de regime progressivo continuado. O Ensino Médio, por sua vez, apresenta duração mínima de três anos, podendo atrelar ou não habilitação em áreas profissionais. Por fim, a Educação Superior engloba cursos sequenciais por campos, cursos de graduação, cursos de pós-graduação e cursos de extensão, podendo ser ministrados tanto em instituições particulares quanto públicas (BRASIL, 1996).

A partir desse breve resumo da estrutura do ensino no Brasil, voltamos a nossa atenção à Educação Básica, especificamente aos conteúdos contemplados para o ensino dos jovens, emergindo daí a necessidade de uma padronização das diretrizes curriculares mínimas a serem transpostas aos alunos desse nível de ensino. Atualmente, o documento que regulamenta esse assunto é denominado Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), o qual foi homologado em 2018 a partir da resolução CNE/CP nº 2, de 17 de dezembro de 2017.

Conforme relata o endereço virtual do Ministério da Educação (BRASIL, 2021), a atual versão é a terceira edição revisada da BNCC e contempla todo o Ensino Básico nacional. Suas versões anteriores, a primeira de 16 de setembro de 2015 e a segunda de 3 de maio de 2016, assim como a versão inicial da terceira, não abrangiam em sua totalidade o Ensino Fundamental, excluindo de seu conteúdo o Ensino Médio. Essa construção não foi vislumbrada apenas na elaboração da BNCC, mas debatida e preconizada em seus moldes atuais pela própria Constituição Federal de 1988, iniciando-se pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no ano de 1997 (BRASIL, 2021).

Neste trabalho, nos debruçamos, de forma sucinta, à estrutura da Educação e à regulamentação do conteúdo mínimo a ser ministrado no Ensino Médio, não abrangendo os pormenores do contexto sócio político, dos interesses e das barreiras emergentes das discussões acerca do tema, o qual não é o foco deste trabalho. Na perspectiva educacional brasileira, os jovens cada vez mais prematuramente vêm se inserindo no mercado de trabalho enquanto cursam o Ensino Básico e as diretrizes de ensino adotadas não se apresentam adequadas, conforme apontam Ricardo e Freire (2007), destacando, ainda, que apenas uma minoria terá chance de continuar seus estudos.

Conforme relatado nos estudos de Nardi (2008), Rosa (2005), Souza (2002) e Moeto, Pereira e Menezes (2017), as aprendizagens propiciadas pelos processos de escolarização atuais não priorizam uma formação ampla do aluno, focando na execução de aulas voltadas simplesmente a vestibulares. Nesse sentido, Ricardo e Freire (2007) ressaltam que o livro didático costuma ser usado como único e exclusivo recurso de ensino, também com a finalidade de preparar os alunos para os vestibulares.

Esse panorama resulta em um cenário inadequado educacionalmente, pois esses fatores tendem a prejudicar a formação integral dos discentes, sendo esse curso de ação, conforme Franco (1985), uma forma de seletividade para a elitização do Ensino Superior, reforçando apenas o mecanismo de aprovação dos alunos mais aptos a se adaptarem ao sistema mnemonicamente apresentado em sua formação, o qual por sua vez acaba desconsiderando fatores primordiais, tais como o aspecto social e a formação como cidadão.

Segundo Bonadiman e Nonenmacher (2007), o interesse do aluno, tratando especificamente do estudo da Física, tende a sofrer um forte declínio no Ensino Médio, tendo em vista que ele vem para a sala de aula com grandes expectativas acerca da aprendizagem

dos elementos inerentes aos conteúdos de Física e se depara com algo pouco prazeroso e frustrante, posto que muitas vezes o aluno carrega consigo fragilidades em diferentes disciplinas, tais como inabilidade com elementos matemáticos básicos e uma compreensão e interpretação de textos aquém do necessário para sua faixa etária.

O acesso a uma Educação de qualidade e estruturada é direito dos alunos, independente de sua classe econômica, etnia ou religião, pois é um dos direitos básicos em nossa sociedade garantidos pela constituição (BRASIL 1988), conforme apresentado em seu capítulo III, em uma seção exclusiva ao tema, composta por 10 artigos, mostrado a seguir:

Art. 205. A Educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Art. 206. O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;

II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber;

III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;

IV - gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais;

V - valorização dos profissionais da Educação escolar, garantidos, na forma da lei, planos de carreira, com ingresso exclusivamente por concurso público de provas e títulos, aos das redes públicas; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 53, de 2006)

VI - gestão democrática do ensino público, na forma da lei; VII - garantia de padrão de qualidade.

VIII - piso salarial profissional nacional para os profissionais da Educação escolar pública, nos termos de lei federal. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 53, de 2006)

Parágrafo único. A lei disporá sobre as categorias de trabalhadores considerados profissionais da Educação básica e sobre a fixação de prazo para a elaboração ou adequação de seus planos de carreira, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 53, de 2006) Art. 207. As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, e obedecerão ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

§ 1º É facultado às universidades admitir professores, técnicos e cientistas estrangeiros, na forma da lei. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 11, de 1996)

§ 2º O disposto neste artigo aplica-se às instituições de pesquisa científica e tecnológica. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 11, de 1996) Art. 208. O dever do Estado com a Educação será efetivado mediante a garantia de:

I - ensino fundamental, obrigatório e gratuito, assegurada, inclusive, sua oferta gratuita para todos os que a ele não tiveram acesso na idade própria; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 14, de 1996)

II - progressiva universalização do ensino médio gratuito; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 14, de 1996)

III - atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino;

IV - Educação infantil, em creche e pré-escola, às crianças até 5 (cinco) anos de idade; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 53, de 2006)

V - acesso aos níveis mais elevados do ensino, da pesquisa e da criação artística, segundo a capacidade de cada um;

VI - oferta de ensino noturno regular, adequado às condições do educando;

VII - atendimento ao educando, no ensino fundamental, através de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde.

§ 1º - O acesso ao ensino obrigatório e gratuito é direito público subjetivo.

§ 2º - O não-oferecimento do ensino obrigatório pelo Poder Público, ou sua oferta irregular, importa responsabilidade da autoridade competente.

§ 3º - Compete ao Poder Público recensear os educandos no ensino fundamental, fazer-lhes a chamada e zelar, junto aos pais ou responsáveis, pela frequência à escola.

Art. 209. O ensino é livre à iniciativa privada, atendidas as seguintes condições: I - cumprimento das normas gerais da Educação nacional; II - autorização e avaliação de qualidade pelo Poder Público.

Art. 210. Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais.

§ 1º - O ensino religioso, de matrícula facultativa, constituirá disciplina dos horários normais das escolas públicas de ensino fundamental.

§ 2º - O ensino fundamental regular será ministrado em língua portuguesa, assegurada às comunidades indígenas também a utilização de suas línguas maternas e processos próprios de aprendizagem.

Art. 211. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão em regime de colaboração seus sistemas de ensino. 3 Constituição Federal

§ 1º A União organizará o sistema federal de ensino e o dos Territórios, financiará as instituições de ensino públicas federais e exercerá, em matéria educacional, função redistributiva e supletiva, de forma a garantir equalização de oportunidades educacionais e padrão mínimo de qualidade do ensino mediante assistência técnica e financeira aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 14, de 1996)

§ 2º Os Municípios atuarão prioritariamente no ensino fundamental e na Educação infantil. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 14, de 1996)

§ 3º Os Estados e o Distrito Federal atuarão prioritariamente no ensino fundamental e médio. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 14, de 1996)

§ 4º Na organização de seus sistemas de ensino, os Estados e os Municípios definirão formas de colaboração, de modo a assegurar a universalização do ensino obrigatório. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 14, de 1996)

§ 5º A Educação básica pública atenderá prioritariamente ao ensino regular. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 53, de 2006)

Art. 212. A União aplicará, anualmente, nunca menos de dezoito, e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios vinte e cinco por cento, no mínimo, da receita resultante de impostos, compreendida a proveniente de transferências, na manutenção e desenvolvimento do ensino.

§ 1º - A parcela da arrecadação de impostos transferida pela União aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, ou pelos Estados aos respectivos Municípios, não é considerada, para efeito do cálculo previsto neste artigo, receita do governo que a transferir.

§ 2º - Para efeito do cumprimento do disposto no “caput” deste artigo, serão considerados os sistemas de ensino federal, estadual e municipal e os recursos aplicados na forma do art. 213.

§ 3º - A distribuição dos recursos públicos assegurará prioridade ao atendimento das necessidades do ensino obrigatório, nos termos do plano nacional de Educação.

§ 4º - Os programas suplementares de alimentação e assistência à saúde previstos no art. 208, VII, serão financiados com recursos provenientes de contribuições sociais e outros recursos orçamentários.

§ 5º A Educação básica pública terá como fonte adicional de financiamento a contribuição social do salário-Educação, recolhida pelas empresas na forma da lei. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 53, de 2006)

§ 6º As cotas estaduais e municipais da arrecadação da contribuição social do salário-Educação serão distribuídas proporcionalmente ao número de 4 Constituição Federal alunos matriculados na Educação básica nas respectivas redes públicas de ensino. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 53, de 2006)

Art. 213. Os recursos públicos serão destinados às escolas públicas, podendo ser dirigidos a escolas comunitárias, confessionais ou filantrópicas, definidas em lei, que:

I - comprovem finalidade não-lucrativa e apliquem seus excedentes financeiros em Educação;

II - assegurem a destinação de seu patrimônio a outra escola comunitária, filantrópica ou confessional, ou ao Poder Público, no caso de encerramento de suas atividades.

§ 1º - Os recursos de que trata este artigo poderão ser destinados a bolsas de estudo para o ensino fundamental e médio, na forma da lei, para os que demonstrarem insuficiência de recursos, quando houver falta de vagas e cursos regulares da rede pública na localidade da residência do educando, ficando o Poder Público obrigado a investir prioritariamente na expansão de sua rede na localidade.

§ 2º - As atividades universitárias de pesquisa e extensão poderão receber apoio financeiro do Poder Público.

Art. 214. A lei estabelecerá o plano nacional de Educação, de duração plurianual, visando à articulação e ao desenvolvimento do ensino em seus diversos níveis e à integração das ações do Poder Público que conduzam à:

I - erradicação do analfabetismo;

II - universalização do atendimento escolar;

III - melhoria da qualidade do ensino;

IV - formação para o trabalho;

V - promoção humanística, científica e tecnológica do País.

Um fator a ser levado em consideração e que normalmente é deixado de lado é a formação dos professores que lecionam conteúdos científicos, em particular no que se refere à disciplina de Física. Podemos observar a situação precária nesse sentido através do trabalho efetuado por Nascimento (2020), onde foi realizado um levantamento dos professores que efetivamente ministram a disciplina de Física nas escolas públicas do país, usando como base os dados oficiais disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, o INEP, e fazendo uso do software gratuito de computação estatística e gráfico denominado R, conforme as seguintes diretrizes metodológicas:

Para se chegar na amostra de docentes que lecionam Física no Brasil nas escolas públicas estaduais brasileiras, foi necessário a realização de alguns filtros. Com os dados do Censo de 2018 abertos no R, foram primeiramente selecionadas as pessoas que exercem função na escola como Docente. As outras opções possíveis e descartadas foram Auxiliar/Assistente Educacional, Profissional/Monitor de atividade complementar, Tradutor Intérprete de Libras, Docente Titular - coordenador de tutoria (de módulo ou disciplina) – EAD ou Docente Tutor - Auxiliar (de módulo ou disciplina) – EAD. Em seguida, foram selecionados os docentes que exercem mediação pedagógica presencial, em detrimento das atividades semipresenciais ou a distância, com etapas de escolarização consecutivas (regular). Como o foco desta pesquisa é a escola pública estadual brasileira, foram selecionados apenas aqueles que lecionam em instituições desta dependência administrativa. Por fim, foram filtrados os dados selecionando apenas os docentes que afirmam lecionar a disciplina de Física. (NASCIMENTO, 2020)

Os resultados dessa pesquisa mostraram que, dos 44 mil professores que lecionavam a disciplina de Física, em escolas públicas, apenas 9 mil possuíam formação em licenciatura na área, o que corresponde em torno de apenas 20% do total. Isso vem ao encontro dos resultados da pesquisa desenvolvida por Santos e Curi (2012), que evidenciam a falta de profissionais licenciados especificamente em Física, sendo majoritariamente lecionada por licenciados em Matemática, os quais não detêm as nuances e ferramentas metodológicas adequadas para efetivamente ministrar com propriedade os conteúdos a serem apresentados.

Não obstante, mesmo aqueles formados em Física, por vezes, utilizam metodologias associadas à transmissão do conhecimento pelo professor, enquanto os alunos se mantêm passivos, bem como abordam as equações exclusivamente de forma técnica, sem se preocupar com o seu significado conceitual. Essa característica é criticada por Freire (1996) ao se referir ao comportamento “bancário” do ensino, evidenciando os alunos como reles depositários. Tendo em vista esse panorama, observando a necessidade da introdução da “realidade” ao ensino de Física, em que apenas habitam situações idealizadas e estritamente formais, a introdução de temas cotidianos tende a aproximar os conteúdos de Física do dia a dia do aluno.

A abordagem de situações reais, em um contexto palpável e não apenas imaginário e numérico, possibilita ao aluno enxergar muito além das limitações das ferramentas matemáticas em que os conteúdos são ensinados, despertando a sensibilidade em notar que seus conceitos estão presentes no entorno de sua vida, desde as coisas mais banais até as mais complexas.

Com essa linha de pensamento, inserir o trânsito ao ensino origina um possível caminho para o aprendizado no campo das Ciências, visto que constitui uma vertente promissora ao mostrar que até mesmo implicitamente esse campo influencia no fomento e na elaboração das leis pelo poder legislativo, mais especificamente, do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) vigente.

CAPÍTULO 2

O CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO (CTB)

Antes de abordar propriamente o CTB, faz-se necessário entender sua importância. Conforme relata Melo (2008), o precursor do que viria a se proliferar como meio essencial de condução no Brasil foi um Peugeot, da marca Daimler, com motor de dois cilindros, originalmente desembarcado no Porto de Santos, trazido por Alberto Santos Dumont em seu retorno da França no ano de 1891. Essa condução atípica e barulhenta destoou e chamou a atenção da alta sociedade da cidade de São Paulo, onde residia e transitava Santos Dumont com o veículo, tendo em vista que, na época, predominava como maior meio de locomoção veículos com base em força motriz animal. Assim, os paulistanos vivenciaram em primeira mão, curiosos, a chegada dos motores de combustão ao país.

Como podemos observar na Tabela 1, mais de um século depois, a frota de veículos aumentou vertiginosamente com impressionantes 107.948.371 veículos registrados até o mês de dezembro de 2020 no DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito) (BRASIL, 2020), distribuídos de acordo com a classificação presente no artigo 96 do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997).

Tabela 1: Frota de automóveis registrados no Brasil até o mês de Dezembro/2020

Tipo	Quantidade	Tipo	Quantidade	Tipo	Quantidade
AUTOMÓVEL	58.016.405	CICLOMOTOR	415.291	SEMI-REBOQUE	1.075.545
BONDE	42	MICROÔNIBUS	420.105	SIDE-CAR	8.542
CAMINHÃO	2.879.080	MOTOCICLETA	23.862.010	TRATOR ESTEIRA	211
CAMINHÃO TRATOR	735.748	MOTONETA	4.778.607	TRATOR RODAS	33.894
CAMINHONETE	8.297.242	ÔNIBUS	660.394	TRICICLO	38.595
CAMIONETA	3.727.448	QUADRICICLO	268	UTILITÁRIO	1.125.451
CHASSI PLATAFORMA	1.700	REBOQUE	1.852.654	OUTROS	19.139

Fonte: Ministério das Cidades, DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito, RENAVAM-Registro Nacional de Veículos Automotores (dezembro/2020).

Apenas como elemento comparativo, a população brasileira é determinada oficialmente com 190.755.799 pessoas em território nacional, conforme dados do censo de 2010 (esse foi o último censo realizado no país até a presente data, sendo o mais recente dado oficial da população total). Ou seja, existe uma proporção aproximada de um carro para cada duas pessoas viventes no território nacional, fato esse que impeliu naturalmente a regulamentação dos pormenores no que tange à circulação e regularização terrestre dos veículos.

É evidente que a legislação vigente, a qual define o Código de Trânsito Brasileiro, não emergiu do vácuo e se tornou robustamente abrangente como é conhecido atualmente. Seus primórdios remetem ao início do século XX, quando o então presidente do Brasil (na época referida como República dos Estados Unidos do Brasil), Nilo Procópio Peçanha, assinou o decreto nº 8.324 em 27 de outubro de 1910, que regulamentava o serviço de transporte por automóveis de forma remunerada, tornando-se assim o primeiro ato legislativo a abordar o tema, tendo como tópicos centrais a concessão e a construção das estradas para os automóveis, os materiais, as medidas de segurança, as tarifas de transporte e horários e, por fim, as penalidades e fiscalizações, estruturadas ao longo de 39 artigos (BRASIL, 1910).

O próximo passo nesse âmbito de regulamentação automotora ocorreu com o decreto nº 4460, de 11 de janeiro de 1922, assinado pelo presidente da república Epitácio Pessoa e que ao longo de 12 artigos autorizava os estados da união, assim como o Distrito Federal, disporem de quantia pecuniária para construir e conservarem estradas de rodagens em seus respectivos territórios (BRASIL, 1922), ou seja, determina aqui o custeio financeiro do poder público para a construção de estradas nos estados, delineando suas diretrizes. Um ponto importante a salientar a respeito desse decreto é que, a partir do momento em que entrou em vigor, ficou vedado o trânsito de carros de boi de eixo móvel por essas estradas, condução muito popular na época, e também apresentou delimitação quanto à largura máxima dos veículos.

Franz e Seberino (2012) relatam que durante a gestão do presidente Washington Luís Pereira de Sousa (1926-1930) foram homologados dois decretos que merecem destaque no escopo dos transportes no país: o primeiro decreto, nº 5141 de 05 de janeiro de 1927, apresentou de forma inédita o termo auto caminhões e gerou o Fundo Especial para a Construção e Conservação de estradas de rodagem federais. O segundo decreto, de nº 18223

de 24 de julho de 1928, apresentou embrionariamente o que viriam a se tornar as regulamentações de sinalização e segurança no trânsito, delineando a atuação da polícia nas estradas federais e permitindo a circulação internacional de automóveis em território nacional.

Conforme a construção se ampliava, com o passar dos anos e com o crescimento do número de veículos, nasce, a partir do decreto nº 2994, de 28 de janeiro de 1941, o primeiro

Código Nacional de Trânsito, que, curiosamente, vigorou por apenas oito meses, sendo revogado pelo decreto nº 3651 de 25 de setembro de 1941, o qual atribui como competências dos estados a regulamentação do trânsito, desde que não sobrepujassem as leis federais sobre o tema, sendo então estabelecido, a partir dessa normativa, a criação dos Conselhos Regionais de Trânsito e do Conselho Nacional de Trânsito (FRANZ; SEBERINO, 2012).

Novas políticas governamentais acabaram por popularizar os automóveis e torná-los mais acessíveis à população após a década de 50, fato esse que novamente impeliu, juntamente a uma grande instabilidade política no país, à criação de novas medidas quanto à regulação do trânsito. Diante dessas circunstâncias, surge um novo Código de Trânsito Brasileiro, assinado pelo Marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, primeiro presidente a estar à frente do país no período da ditadura militar, após o golpe de 1964, através da lei nº 5108 de 21 de setembro de 1966, sendo o código de trânsito que permaneceu por mais tempo em vigor até a presente data (31 anos).

Mediante essa construção histórica, com mudanças bruscas nos contextos socioeconômicos e políticos, frisando o restabelecimento da democracia no ano de 1985, o corpus do atual Código de Trânsito Brasileiro tomou forma após longos anos sendo discutido e aperfeiçoado pelos parlamentares, sendo aprovado em 23 de setembro de 1997, inicialmente contando com 131 artigos, porém valendo apenas a partir de 22 de janeiro de 1998. Sendo assim, de forma sucinta, a regulamentação do Trânsito Brasileiro atualmente tem como base o Código de Trânsito Brasileiro, sendo estruturado por leis e decretos, além das resoluções do órgão designados responsáveis pelo assunto no CTB.

CAPÍTULO 3

A EDUCAÇÃO CTS

As inovações tecnológicas estão presentes em nosso cotidiano e visam propiciar melhorias nas atividades diárias e no conforto da sociedade, influenciando, facilitando e ampliando as maneiras com que nos comunicamos, locomovemos e interagimos com o mundo. Por consequência, essas inovações geram impactos nos padrões comportamentais das pessoas como um todo, os quais nem sempre podem ser enquadrados de forma positiva quando ponderado adequadamente, como podemos observar nas palavras de Bazzo (1998, p. 142):

É inegável a contribuição que a ciência e a tecnologia trouxeram nos últimos anos. Porém, apesar desta constatação, não podemos confiar excessivamente nelas, tornando-nos cegos pelo conforto que nos proporcionam cotidianamente seus aparatos e dispositivos técnicos. Isso pode resultar perigoso porque, nesta anestesia que o deslumbramento da modernidade tecnológica nos oferece, podemos nos esquecer que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas.

Vemos assim, ao longo desse cenário contemporâneo, as fronteiras entre Ciência e Tecnologia se tornarem cada vez mais tênues, sendo por muitas vezes até tomados como sinônimos entre si. Mas, apesar de serem conceitos com significados distintos, é importante pontuar que esses termos cada vez mais se tornam interconectados, de modo que seus avanços e descobertas impactam de maneira positiva ou negativa na vida das pessoas.

Diversos autores que abordam a relação entre Tecnologia e sociedade. Ellul (1964) analisam como a Tecnologia está transformando a sociedade e suas implicações. Pinch, Hughes e Bijker (1987) estudam a influência da sociedade no desenvolvimento e na adoção de tecnologias. Aronowitz (1996) examina como a Tecnologia e a Ciência estão interconectadas e como elas afetam a sociedade, destacando o termo Tecnociência, que descreve a relação entre Ciência e Tecnologia, referindo-se à aplicação da Ciência para o desenvolvimento de tecnologias e sua utilização na sociedade. Para esse autor, a Tecnociência é a união entre Ciência e Tecnologia, com a Ciência fornecendo o conhecimento necessário e a Tecnologia sendo aplicada para solucionar problemas práticos da sociedade. Aronowitz (1996) também aponta que a Tecnociência pode ser vista como uma forma de "Ciência

Tecnológica", como é o caso da Biotecnologia, da Nanotecnologia, da Robótica, da Inteligência Artificial e outras áreas que envolvem o desenvolvimento e a aplicação tecnológica baseados em conhecimento científico.

Antes mesmo de adentrarmos às fronteiras da Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), é importante delinear o que significa cada um dos termos dessa tríade. Como ponto de partida utilizaremos as definições apresentadas por Campos (2010, p. 29):

A ciência é uma representação (forma de explicar a realidade), que tem como características: linguagem própria; conhecimento acumulável, registrável e refutável; e articulação entre procedimentos metodológicos e fundamentos epistemológicos.

A tecnologia pode ser compreendida como sinônimo de técnica (o que pressupõe ação humana, cultura); como aplicação de procedimentos (o que faz com que pensemos o fogo como uma tecnologia, assim como os computadores); e como tecnocracia (ideologização da técnica).

A sociedade pode ser analisada e interpretada de diversas formas. Algumas das perspectivas são: positivismo, funcionalismo, sociologia compreensiva, marxismo (histórico-crítica), estruturalismo, pós-estruturalismo, fenomenologia, existencialismo, hermenêutica, genealogia, perspectiva pós-moderna.

Podemos notar que a Ciência tem como pilares atos objetivos e lógicos para a sua fundamentação, com signos singulares a seu meio e que buscam compreender sob meio de observação e estudo a Natureza. A Tecnologia, por sua vez, conforme ressaltam Praia e Cachapuz (2005), visa preencher as ausências de recursos, além de trabalhar na aplicação e na elaboração de artefatos. Por sua vez, a sociedade é um termo polissêmico cujo sentido varia conforme a perspectiva adotada para análise, mas em suma é um grupo de indivíduos que coexistem contemporaneamente conforme padrões comuns de comportamento e conduta (podemos frisar especificamente padrões éticos e morais).

Com os três conceitos chaves, brevemente delineados, adotamos como resumo da definição de CTS as visões combinadas de Chrispino, Silva Melo e Albuquerque (2016) e Santos (2011), que destacam o enfoque CTS como uma forma de abordagem interdisciplinar e contextualizada, que reflete e pondera de maneira crítica a relação entre Ciência e Tecnologia e os seus impactos na sociedade, abrangendo várias vertentes e campos, assim como o meio educacional. Conforme relatam Silveira e Bazzo (2005), o movimento CTS teve origem na

comunidade acadêmica descontente com a abordagem habitual adotada na relação entre Ciência e Tecnologia, ampliando a sua preocupação com os impactos sociais, políticos e econômicos que o desenvolvimento dessas áreas propiciavam em meados da década de 60.

Garcia *et al.* (1996) apontam duas vertentes mais destacadas para o surgimento do movimento CTS, sendo o de origem europeia e o estadunidense. A tradição europeia é assim chamada porque suas origens levaram a uma institucionalização mais acadêmica na Europa. Composto por cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas, o programa acadêmico visa explorar o impacto da sociedade no desenvolvimento tecnológico. Tratando a Ciência como um processo, visa explicar as raízes e mudanças das teorias científicas (STRIEDER, 2012). Por sua vez, a tradição estadunidense se concentra mais nas consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos e, muitas vezes, ignora as condições sociais prévias a estes produtos. Tem uma natureza mais ativa, e se apresenta intimamente relacionada aos movimentos de protesto social oriundos dos anos 1960 e 1970 (GARCIA *et al.*, 1996).

Ao serem comparados por Zoller e Watson (1974), podemos notar que a adoção da Educação CTS em contrapartida ao ensino tradicional vai muito além de ações e temas que procuram projetar situações cotidianas mascaradas por currículos formais de ensino, como vemos no Quadro 1:

Quadro 1: Diferenças entre Ensino Clássico e Educação CTS

Ensino Clássico	Educação CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada	1. Organização em temas tecnológicos e sociais
2. Método científico (investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta)	2. Potencialidades e limitações da tecnologia
3. Ciência como modo de explicar o universo, com esquemas conceituais interligados	3. Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor
4. Busca da verdade científica	4. Prevenção de consequências
5. Ciência como processo, atividade universal, corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico depende das decisões humanas
6. Ênfase a teoria para aticula-la com a prática	6. Ênfase à prática para chegar a teoria
7. Lida com fenomenos isolados do ponto de vista disciplinar (análise de fatos, exata e imparcial)	7. Lida com problemas no seu contexto real (abordagem interdicplinar)
8. Busca novos conhecimentos para compreesão do mundo natural (ânsia de conhecer)	8. Busca implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social

Fonte: Zoller e Watson (1974, p. 110)

No trabalho de Auler (2007), podemos observar a visão do autor acerca dos objetivos que devem ser discutidos e alcançados quando adotamos a Educação CTS:

Quanto aos objetivos da Educação CTS, sintetizados na referida pesquisa, pode-se destacar: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

Ao vislumbrar a Educação CTS no contexto brasileiro, Strieder (2012) revisou estudos nacionais relacionados a essa abordagem. Com base nos resultados obtidos, surgiram argumentos para sustentar a presença abrangente da Educação CTS, incluindo diversas interpretações relacionadas ao ensino de ciências brasileiro. Devido a este fato, a autora concluiu que há necessidade de padronizar a abordagem CTS para o ensino de Ciências. Evidencia-se ainda que não há um consenso geral sobre uma abordagem específica, como inserir discussões CTS no contexto escolar, traçar e concluir os objetivos propostos ou quais elementos e estratégias deveriam ser utilizados e priorizados.

Apesar de abrangente e não consensual, a Educação CTS, utilizada no âmbito educacional brasileiro, entra em consonância com vários aspectos presentes na LDB (Lei de Diretrizes Básicas) no que tange as consequências e os impactos na sociedade diante dos avanços científicos e tecnológicos. Essa abordagem também abre possibilidades promissoras para a promoção da alfabetização científica, uma vez que possui objetivos gerais comuns como, por exemplo, a inserção da esfera social ao desenvolvimento dos conteúdos científicos.

No trabalho de Bedin *et al.* (2019), foi realizada uma pesquisa de cunho qualitativo com alunos do curso de licenciatura em Química, durante uma de suas disciplinas, em que os alunos após leitura do artigo de Attico Chassot, intitulado “Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social”, deveriam redigir um texto respondendo à seguinte pergunta: De que forma a abordagem CTS pode ser uma facilitadora da alfabetização científica?”. Os textos construídos foram analisados a partir de preceitos da análise de conteúdo, em que o escopo da pesquisa foi dividido em três etapas denominadas dimensões,

com os seguintes títulos: “Compreensão sobre a abordagem CTS no Ensino”, “Relação CTS e Alfabetização Científica” e “Relações com a prática docente”. (Separar parágrafo)

A primeira dimensão tinha o intuito de ver o quão sólido estava o entendimento dos conceitos da abordagem CTS; a segunda divisão objetivou identificar qual ou quais aspectos os alunos conseguiriam atrelar da abordagem CTS com a alfabetização científica; na última dimensão, a proposta visou aferir a visão dos alunos sobre a prática docente, quanto aos pré-requisitos e ações são necessários para os professores adotarem o enfoque CTS em suas aulas. Os resultados mostraram superficialidade do conhecimento dos alunos acerca do uso da Educação CTS na alfabetização científica, recomendando debates e reflexões mais aprofundados sobre seu uso, tanto na formação dos professores quanto nos anos iniciais do ensino.

Ao entendermos a importância da Alfabetização Científica, conforme salienta Chassot (2016), podemos apontar como uma das atribuições dos professores de Ciências despertarem nos alunos uma criticidade visando que esta geração se torne verdadeiramente protagonista da criação de uma sociedade melhor, tendo como meio modificador a Educação.

Diante das condições e relações que a abordagem CTS pode propiciar no âmbito educacional para a Alfabetização Científica, desde os anos iniciais de ensino, podemos observar que essa linha de ação possibilita ampliar de forma notória as formas e recursos que os professores podem trabalhar ao apresentarem diversos conteúdos, inclusive interdisciplinarmente, inicialmente tidos como abstratos e não relacionados com a realidade dos alunos. Sendo assim, destacamos esta vertente como uma promissora abordagem para relacionar conteúdos de Física ao universo palpável dos alunos, de modo a fomentar o interesse do aluno ao abordarmos conceitos de Física, sendo que neste trabalho buscamos utilizar como ferramenta esta abordagem para relacionar a Física aos artigos presentes no CTB.

CAPÍTULO 4

A PESQUISA

Este trabalho é de natureza qualitativa e documental e foi desenvolvido com base na captação de informações acerca do trânsito automotivo cotidiano dos brasileiros e sua composição, de modo que buscamos sua possível conexão com o ensino de Física.

Como sociedade racional e civilizada, detemos em nossa organização um conjunto de regras de convívio e organização definidas de várias formas, baseadas em condutas éticas e morais, sob um conjunto de leis de regulação. Ao destacarmos atentamente sua composição, mesmo que não evidenciando tacitamente conceitos de Física, observamos a potencialidade do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) servir como instrumento de estudo, análise e possível transposição didática para o ensino de Física. Nesse contexto, emergiu a seguinte questão de pesquisa: Quais conceitos de Física podem ser inferidos a partir da análise do conteúdo dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro, visando uma abordagem pautada no enfoque CTS no Ensino Médio?

4.1 Objetivos

Com o escopo da pesquisa delineado, traçamos o seguinte objetivo geral: encontrar entre os artigos do Código de Trânsito Brasileiro aqueles que guardem uma relação, explícita ou implícita, com conceitos de Física e indicar meios para que tais artigos possam ser apresentados aos alunos do Ensino Médio pautados pela Educação CTS.

Para tanto, apresentamos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o conteúdo dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro;
- Destacar aqueles artigos que apresentem elementos da Física em sua construção.
- Categorizar os artigos destacados conforme os conceitos de Física presentes na sua formulação.
- Inferir evidências da presença da Física em cada uma das categorias emergentes.

- Sugerir atividades baseadas na Educação CTS que auxiliem a prover a compreensão da relação entre a Física e o Código de Trânsito Brasileiro.

4.2. Metodologia de Pesquisa

Delineado o universo do trabalho e com o curso de ação traçado é preciso estabelecer uma forma de investigar as minúcias que o documento requer para validação dos resultados obtidos. Sendo assim, a Análise de Conteúdo, segundo os preceitos de Laurence Bardin, se destacou como o método mais adequado para o estudo, dada sua natureza.

Conforme versa Bardin (1977), a análise do conteúdo passa por três etapas durante sua organização, sendo a primeira a pré análise, seguindo para a exploração do material e por fim o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré análise se constitui, segundo Bardin (1977), como a própria organização, normalmente constituída pela escolha do documento, pela formulação de hipóteses e objetivos e pela criação dos indicadores para edificar as conclusões finais do tema, não necessariamente correntes nessa ordem. São fases dessa etapa a realização de uma leitura flutuante e a escolha dos documentos, cuja quantidade pode ser ou não escolhida a priori.

A constituição do corpus (escopo dos documentos a serem analisados) apresenta algumas regras em sua constituição, sendo elas: regra de exaustividade (todos os elementos buscados, dentro do universo investigado devem ser incluídos); regra de representatividade (realização feita por amostragem, quando esta parte é representativa no universo inicial); regra da homogeneidade (a escolha deve ter critérios específicos e não tendenciosos a dado resultado); e regra de pertinência (deve fornecer algo relevante quanto àquilo que é buscado pelo analista). A formulação de hipóteses e dos objetivos é basicamente autoexplicativa, onde levantada uma pergunta, são buscados elementos que indiquem a solução do problema por meio da análise dos dados obtidos tendo em vista o objetivo a ser atingido após o curso de ação. Os índices e indicadores são propriamente os norteadores da pesquisa. Ao serem definidos, esses índices se apresentam como garantia de uma construção segura dos indicadores.

A exploração do material segue como a administração sistemática das decisões tomadas. Esta fase constitui a mais extensa da análise, compreendendo as etapas de codificação, desconto ou enumeração, conforme as regras previamente traçadas. A codificação se trata de um tratamento aos dados brutos de forma a transformá-los em unidades úteis ao analista, sendo distribuída em três etapas: Recorte (escolha das unidades); enumeração (definição das regras para contagem); e classificação e agregação (criando categorias) (BARDIN, 1977).

Na terceira etapa três termos se destacam: o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. O tratamento dos resultados envolve a organização e análise dos dados coletados, a fim de obter informações úteis e relevantes. A inferência é o processo de chegar a conclusões a partir dos dados tratados, enquanto a interpretação é a explicação dos resultados obtidos. Esses três passos são fundamentais para a realização de uma pesquisa científica e para a obtenção de conhecimento confiável e válido.

Com os dados categorizados, atentos a importância em fundamentar nosso referencial teórico no enfoque CTS, decidimos adotar como pedra angular de nossa análise a pesquisa de Strieder e Kawamura (2017). De forma a explicar sucintamente, a referida pesquisa teve como objetivo analisar a Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Brasil, examinando os parâmetros e propósitos desse tipo de educação. A pesquisa constituiu uma revisão bibliográfica e buscou identificar os principais desafios e avanços na Educação CTS no Brasil, além de apresentar sugestões para aprimorar essa educação no país. O escopo da análise se baseou em estudos e autores de alta relevância e correlatos nos campos da Educação, Educação Científica, Ciência, Tecnologia e Sociedade, assim como no levantamento dos trabalhos publicados com a temática CTS no ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências) e revistas nacionais publicadas entre os anos de 2000 a 2010. Como resultados da pesquisa de Strieder e Kawamura (2017), as autoras apresentaram como constituintes deste novo instrumento duas dimensões, denominadas como Parâmetros da Educação CTS e Propósitos da Educação CTS.

Para chegarmos à definição da matriz propriamente dita, passemos a entender inicialmente o que são e no que se definem primeiramente esses Parâmetros da Educação CTS, os quais foram agrupados em (I) racionalidade científica, (II) desenvolvimento tecnológico e (III) participação social.

De acordo com Strieder e Kawamura (2017), a abordagem CTS não se limita a uma atitude passiva em relação à Ciência e Tecnologia, mas sim incorpora uma abordagem ativa para entender e lidar com as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Isso inclui não apenas o estudo dos aspectos técnicos e científicos, mas também a análise das implicações sociais, éticas e políticas da Ciência e Tecnologia. Além disso, a abordagem CTS também enfatiza a participação ativa do público na discussão e tomada de decisões sobre questões científicas e tecnológicas, possibilitando uma compreensão mais profunda e crítica das relações geradas pela Educação CTS. No quadro 2 podemos observar as abordagens concatenadas à racionalidade científica:

Quadro 2: Racionalidade científica (I)

1R	Explicitar a presença de Ciência no mundo
2R	Discutir malefícios e benefícios dos produtos da Ciência
3R	Analisar a condução das investigações científicas
4R	Questionar as relações entre investigações científicas e seus produtos
5R	Abordar as insuficiências da Ciência

Fonte: Strieder e Kawamura (2017, p. 34)

Na primeira abordagem (1R: Explicitar a presença de Ciência no mundo), são usadas estratégias que destacam o valor do conhecimento científico para a compreensão do mundo natural ou contemporâneo e tecnológico que afeta o homem. Nesse caso, o conhecimento científico é tratado como uma habilidade capaz de compreender a verdade (sendo mais preciso, a “verdade” atualmente aceita) ou sobre o assunto em tela. Em um contexto educacional, essa lógica embutida nas propostas focava sua discussão no conhecimento científico necessário para a compreensão de um determinado tópico.

Em 2R (Discutir malefícios e benefícios dos produtos da Ciência), há um contraste em relação à perspectiva anterior, pois aqui começam a surgir conclusões reflexivas negativas quanto à relação social com a Ciência. Os objetos em loco da análise e consequente indagação são os usos atribuídos aos produtos dessa racionalidade. Os avanços da Ciência são disponibilizados a serviço da sociedade, e cabe aos seus integrantes decidirem usá-los, seja para melhor ou para pior.

A abordagem 3R (Analisar a condução das investigações científicas) enfatiza a análise da condução das investigações científicas, questionando a noção de um determinismo científico onisciente, onipresente e onipotente. Ela argumenta que as investigações científicas não são um processo puramente objetivo e que fatores humanos e sociais desempenham um papel importante na condução da Ciência. A Ciência é vista como uma jornada humana e suas descobertas estão fortemente ligadas ao contexto social em que os indivíduos estão envolvidos. Isso significa que a Ciência não é apenas uma busca pela verdade objetiva, mas também é influenciada pelas perspectivas, valores e interesses dos cientistas e da sociedade em geral.

Na abordagem 4R (Questionar as relações entre investigações científicas e seus produtos), observamos as indagações diante a ligação entre a investigação científica e os seus produtos, os quais visam focar nas necessidades de determinados grupos sociais. A criticidade recai na direção da pesquisa, que apresenta as justificativas para olhar para um determinado problema em detrimento de outro. Em um estado de produção fragmentada, você perde o controle sobre o que se quer. Assim, vemos um maior delineamento das pesquisas científicas avançarem em virtude de fatores econômicos, políticos e sociais atendendo prioritariamente ao poder vigente e não especificamente pelo bem maior da sociedade como um todo.

A abordagem 5R (Abordar as insuficiências da Ciência) sugere que o conhecimento científico é insuficiente para compreender e solucionar os problemas da sociedade, e que é necessário considerar a realidade complexa do mundo para preencher os requisitos da racionalidade científica e dar valor ao conhecimento. No entanto, o conhecimento científico é imperfeito e não é capaz de compreender completamente a complexidade do mundo real.

Os elementos presentes no desenvolvimento tecnológico são apresentados sobre diversos pontos de vista nos trabalhos analisados por Strieder e Kawamura(2017). A pluralidade sobre a aplicação e a implicação da Tecnologia, da Ciência e do desenvolvimento social foi categorizada conforme as perspectivas apresentadas abaixo:

Quadro 3: Siglas e abordagens do desenvolvimento tecnológico (II)

1D	Abordar questões técnicas
2D	Analisar organizações e relações entre aparato e sociedade
3D	Discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico
4D	Questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias
5D	Discutir a necessidade de adequações sociais

Fonte: Strieder e Kawamura (2017, p. 37).

A abordagem 1D (Abordar questões técnicas) enaltece a parte estritamente técnica da tecnologia, não como vilã ou heroína, mas vista apenas como uma ferramenta. Seu cerne não tem nenhuma abertura para questões do seu desenvolvimento ou impacto social, mas nas especificações mais técnicas dos componentes e dispositivos analisados, detendo assim uma natureza neutra.

Na abordagem 2D (Analisar organizações e relações entre aparato e sociedade), surgem controvérsias sobre o mesmo desenvolvimento tecnológico, ainda que de forma simples. O foco está na discussão das relações sociais a partir do produto final, em outras palavras, uma ferramenta que funciona. É reconhecido que são necessários tanto recursos humanos (técnicos, cientistas, etc.) para operar um determinado dispositivo quanto materiais, bem como a geração de resíduos. Por fim, existe uma relação positiva ou negativa entre o dispositivo e a sociedade. São vistos como positivos no sentido de que levam ao desenvolvimento e à prosperidade, e negativos principalmente quando têm impacto ambiental, como a poluição. Em casos extremos, quando os resultados positivos são enfatizados, tal abordagem pode levar a uma compreensão linear e mecanicista do desenvolvimento em que a industrialização é entendida como o motor do progresso social. Diferentemente do caso anterior (1D), o dispositivo se enquadra em um contexto e está relacionado a ele, mas essa relação não é criticada, apenas reconhecida.

Na abordagem 3D (Discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico), a Tecnologia é o processo de projetar e produzir máquinas, ferramentas ou outros dispositivos. Distingue-se da Ciência e das técnicas ao considerar sua singularidade conceitual em termos de Ciência, técnica e Tecnologia. Além disso, também é importante considerar a história da palavra e suas definições.

A diferenciação entre Ciência, técnica e Tecnologia é um aspecto importante na compreensão do campo CTS. A Ciência é entendida como o conhecimento sistematizado e

fundamentado por meio de métodos científicos, enquanto a técnica é o conjunto de métodos e procedimentos aplicados para alcançar um objetivo específico. A Tecnologia é o resultado da aplicação da Ciência e da técnica para atender às necessidades humanas.

A história da palavra "tecnologia" também é importante para compreender sua definição atual. A palavra vem do grego "techne", que significa habilidade ou arte e "logos" que significa estudo ou discurso. Originalmente, a Tecnologia era entendida como a habilidade de fazer coisas, como a arte de construir objetos. Com o passar do tempo, a palavra adquiriu um significado mais amplo, abrangendo a aplicação de conhecimentos científicos e técnicos para atender às necessidades humanas.

A abordagem 4D (Questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias) se destaca pelo reconhecimento do propósito do desenvolvimento. Há uma opinião que refuta a ideia de que o padrão de desenvolvimento seguido nos últimos séculos seja o melhor resultado direto do conhecimento científico e tecnológico. A Tecnologia é vista como um sistema social, moldando valores, dinâmicas, relações sociais e pessoas. Há opiniões que rejeitam a ideia de Tecnologia neutra e defendem a ideia de que a Tecnologia é uma construção cultural que incorpora os valores de um determinado grupo social. Para esclarecer essa afirmação, cabe ressaltar que o progresso tecnológico não atendeu às necessidades básicas de toda a sociedade, mas apenas visou promover os interesses de determinados grupos.

A abordagem 5D (Discutir a necessidade de adequações sociais) apresenta o entendimento que a Tecnologia deve ser considerada no contexto, pois nem toda tecnologia/inovação levará ao progresso e conforto da sociedade. Isso não deve ser entendido como resultado direto do crescimento econômico, mas também como resultado do desenvolvimento tecnológico. O desenvolvimento tecnológico vem de um determinado grupo, com condições socioeconômicas e culturais definidas, e pode não ser adequado para diferentes regiões. Há uma defesa em favor de sistemas de desenvolvimento tecnológico baseados nos fatores culturais da sociedade, que busquem satisfazer as necessidades básicas de um determinado segmento da população. A ideia é reduzir riscos sem abrir mão de benefícios, enfatizando um sistema tecnológico que possa se adaptar a uma sociedade democrática, às características humanas e regionais.

O envolvimento da Sociedade pode ser agrupado em várias cadeias organizacionais, as quais são intrinsicamente conectadas aos papéis atribuídos aos gestores e subordinados, e oscila conforme o tipo de decisão que está sendo tomada. Dada essa diversidade de interpretações e possibilidades, a expressão participação social é aplicada em reflexões acerca de diferentes engajamentos em questões abrangendo a tríade CTS. No Quadro 4 a seguir podemos observar os agrupamentos destas diferentes abordagens:

Quadro 4: Participação social (III)

1P	Adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia.
2P	Avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas.
3P	Discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas.
4P	Identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão.
5P	Compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas.

Fonte: Strieder e Kawamura (2017, p. 40).

A perspectiva 1P (Adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a Ciência e a Tecnologia) prioriza a forma como a sociedade aborda a Ciência e a Tecnologia, conhece os últimos avanços e problemas, mesmo sem ponderar seus potenciais malefícios e benfeitorias ou debater consequências e mudanças.

A perspectiva 2P (Avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas) mostra que a participação da sociedade ocorre na ponderação acerca de pontos positivos e negativos relacionados ao uso de um resultado/produto originário da CT, o que pode levar a mudanças nas atitudes dos indivíduos. Ou seja, é voltado para determinadas reivindicações, que são autocontidas e se referem a decisões individuais, que ocorrem após o produto estar pronto.

Na perspectiva 3P (Discutir problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e da Tecnologia envolvendo decisões coletivas), ao contrário de 2P, ao invés de compreender os pontos bons e ruins, os olhos se voltam para as consequências da CT em diferentes situações. Todavia, vale salientar que a participação deve envolver o *feedback* dos impactos posteriores ao desenvolvimento, e não o processo de construção.

A perspectiva 4P (Identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão) se condensa em identificar objetivos políticos que levam ao desenvolvimento de um determinado produto da CT, como exclusão social e/ou luta de classes; significa amplo controle social. Ao contrário dos anteriores, reconhece-se aqui que a sociedade pode interferir na produção e/ou desempenho de um determinado produto TC.

A perspectiva 5P (Compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas) destaca que a participação pública ocorre no campo das políticas públicas, na determinação das metas, dos meios de obtenção e de meios de controle da implementação das políticas públicas. Abrange a análise e discussão do contexto em que os novos conhecimentos e/ou produtos científicos e tecnológicos serão inseridos e, em relação a isso, o intercâmbio e a discussão entre especialistas e a população em geral. Há casos de ação conjunta; incluir, na agenda de pesquisa, as preocupações e questionamentos dos diferentes grupos sociais, que são direta e indiretamente afetados pelos produtos da PC.

Com relação à segunda dimensão mencionada na busca do desenvolvimento da matriz (Propósitos da Educação CTS), Strieder e Kawamura (2017) categorizaram os trabalhos do escopo de sua pesquisa em três grupos: (I) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (II) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania e (III) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.

Strieder e Kawamura (2017) destacam que as perspectivas educacionais em CTS variam dependendo do propósito a que servem. Esses propósitos podem incluir desde o desenvolvimento de habilidades científicas e técnicas, até a compreensão das implicações sociais e éticas da Ciência e da Tecnologia. É importante notar que esses propósitos podem ser hierarquizados de acordo com a importância percebida, mas isso não significa que um propósito seja mais importante do que o outro. Cada propósito serve a um objetivo específico e é relevante em diferentes contextos educacionais e ambientes escolares. Além disso, as diferenças de propósitos podem ser entendidas como complementares, pois cada um contribui para uma compreensão mais completa do processo de mudanças na sociedade gerados pela Ciência e Tecnologia.

No primeiro grupo desta segunda dimensão, (I) percepções entre o conhecimento científico escolar e o cotidiano do aluno, a contextualização é entendida como

uma forma de ajudar a compreender e construir conceitos ou como uma estratégia para dar sentido à informação. Envolve a criação de uma nova imagem do conhecimento científico escolar, enfatizando tanto os problemas cotidianos quanto os problemas científicos e/ou técnicos. Foram feitas reflexões e críticas acerca de como facilitar a compreensão do conteúdo curricular pelos alunos, principalmente por meio de exemplos (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

O segundo agrupamento, (II) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania, dispõe que o discurso sobre a formação de cidadãos conscientes e ativos foi incorporado com sucesso ao ensino de ciências a partir de meados da década de 1980, juntamente ao pensamento crítico. As teorias críticas e as críticas do currículo inerentes ao tema surgiram nas décadas de 1960 e 1980, respectivamente, em movimentos sociais e culturais. É argumentado que nenhuma teoria é neutra ou injusta, mas certamente é influenciada por relações de poder. Nesse contexto, o desenvolvimento de posições questionadoras aborda, em especial, os pressupostos de importantes teorias curriculares. O foco não está no conhecimento científico, mas na compreensão de situações/problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, em que questões e posicionamentos são desenvolvidos em torno de conhecimentos e fatos. Nesse sentido, o objetivo pode ser buscar a participação da comunidade, seja do ponto de vista individual ou por métodos de pressão (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

No terceiro grupo dessa dimensão, (III) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos, a Educação científica que busca a responsabilidade social envolve o desenvolvimento de habilidades para que a sociedade possa lidar com problemas de outra natureza. É buscado o estreitamento de uma relação diferenciada entre conhecimento e sociedade e, nesse sentido, se questiona o currículo vigente e o trabalho social da escola. A discussão, e principalmente a crítica, destaca o papel da escola como promotora do desenvolvimento econômico do Brasil. A Educação teve uma finalidade econômica, que se tornou uma frase que se repete incansavelmente, que distorce a missão da escola, baseada em uma falsa ideia de democracia – no que diz respeito à acessibilidade e não à qualidade do ensino prestado. No mesmo contexto, o objetivo atual do ensino de ciências aproxima-se da hipótese de Freire. De acordo com essa mentalidade, o trabalho acadêmico não apenas ajuda os jovens a se adaptarem à vida social e a serem produtivos; busca-se formar jovens (de

diferentes origens e estilos de vida) para enfrentar novos problemas e identificar novos rumos e ideias.

Esse resumo mostra que a matriz CTS, de Strieder e Kawamura (2017), visa propiciar a identificação dos diferentes aspectos existentes à partir de suas restrições e potencialidades. A Figura 1 apresenta esquematicamente as distintas abordagens de Educação CTS existentes no contexto educacional brasileiro:

Figura 1 Matriz relacional de parâmetros e propósitos da Educação CTS

PROPÓSITOS EDUCACIONAIS 	PARÂMETROS CTS 		
	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Desenvolvimento de Percepções	(1R) Presença na Sociedade	(1D) Questões Técnicas	(1P) Informações
Desenvolvimento de Questionamentos	(2R) Benefícios e Malefícios	(2D) Organização e Relações	(2P) Decisões Individuais
	(3R) Condução das Investigações	(3D) Especificidades e Transformações	(3P) Decisões Coletivas
	(4R) Investigações e seus Produtos	(4D) Propósitos das produções	(4P) Mecanismos de Pressão
Desenvolvimento de Compromissos Sociais	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações Sociais	(5P) Esferas Políticas

Fonte: Strieder e Kawamura (2017, p. 49)

CAPÍTULO 5

A ANÁLISE DOS DADOS

Seguindo as etapas de análise de Bardin (1977), na fase de pré análise, como elucidamos até aqui, o documento escolhido foi o Código de Trânsito Brasileiro, sendo traçados nossos objetivos e indicadores para a continuidade da pesquisa, em que foram lidos e analisados os 341 artigos que o constituem. A escolha da unidade de registo teve como opção o tema, ou seja, foram buscados indícios de conceitos de Física dentre os artigos lidos. Após essa fase, realizando o recorte do material, constatou-se a presença de conceitos de Física em 76 dos artigos constituintes. Dos 76 artigos analisados, visando estabelecer a Física na constituição de suas leis, 42 se referem a punições administrativas e consequências penais inerentes ao desrespeito dos artigos que edificam o documento.

No entanto, é importante ressaltar que existem informações duplicadas, ou seja, aparecem em dois artigos diferentes. Tomemos como exemplo o artigo 65 que regulamenta o uso obrigatório do cinto de segurança a todos os presentes no interior de um veículo de quatro rodas e a punição pela falta do seu uso, trazendo consequências pecuniárias e subsequente perda de pontos na carteira de habilitação postulada pelo artigo 167 como falta grave. Tais artigos versam acerca da importância do uso do cinto de segurança onde podemos enquadrar nas leis de Newton. Outro exemplo é o artigo que tange à proibição de ingestão de álcool e aquele que relata as consequências de ser flagrado nessas condições, que pode ocasionar a perda da habilitação, assim como implicar na abertura de processo criminal descrito pelo artigo 165 e replicado no artigo 267. Com isso, neste trabalho, descartamos os artigos inerentes às penas do não cumprimento da lei, uma vez que seria redundante e infrutífero relatar conceitos da Física presentes na formulação da lei e sua punição.

Definidas as unidades de análise, foi então iniciada a categorização dos artigos encontrados, agrupados conforme os possíveis conceitos de Física presentes na composição dos artigos, sendo a escolha das categorias adotadas à posteriori, conforme a incidência dos conceitos, totalizando sete categorias (Momento, Leis de Newton, Movimento Relativo, Movimento Uniformemente Variado, Óptica, Máquinas Térmicas e Efeito Doppler).

Sendo assim, a partir dessas etapas relativas à Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), analisamos 34 artigos presentes no Código de Trânsito Brasileiro (1997), que se tornou a

nossa fonte de análise. É importante ressaltar que inicialmente analisamos os 341 artigos, que constituem o documento em questão, verificando a possibilidade de articular os seus conteúdos com quaisquer conceitos de Física. Fizemos um recorte do material, de 76 artigos, em que as punições administrativas e penais foram descartadas, uma vez que o artigo regulador e sua punição se tornam espelhados no que se refere a nossa pesquisa. A análise dos 34 artigos resultou em sete categorias, estabelecidas a posteriori, conforme a identificação conceitual semelhante, destacadas na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Categorias dos artigos conforme os conceitos de Física neles presentes

Categorias		Total	Artigos
1.	Momento	10	26, 30, 31, 32, 33, 43, 45, 49, 94, 102.
2.	Leis de Newton	9	54, 55, 64, 65, 96, 99, 100, 105, 136
3.	Movimento relativo	6	29, 30, 34, 35, 62, 69
4.	Movimento Uniformemente Variado	3	42, 44, 61
5.	Óptica	4	40, 80, 87, 111
6.	Máquinas térmicas	1	27
7.	Efeito Doppler	1	41

Fonte: Elaborado pelo Autor

Encontrados e categorizados conforme nosso referencial teórico de análise (BARDIN, 1977), apresentamos os artigos do CTB filtrados com nossas observações quanto às aplicações físicas, estruturados conforme sua categorização. Dentre suas categorias, por uma questão de sistematização, serão expostos os conceitos de Física de cada artigo, assim como sugestões de aplicação em sala de aula, com alunos do Ensino Médio, fundamentadas no enfoque CTS e de acordo com os parâmetros e perspectivas da Educação CTS (STRIDER; KAWAMURA, 2017).

5.1. CONCEITO DE MOMENTO

A palavra momento (do latim *momentum*) tem diversos significados, vista como substantivo na língua portuguesa, sem o devido contexto. Como o foco neste caso é exclusivamente o contexto físico propriamente dito da palavra, mesmo sua conceituação neste nicho em específico é atribuída pelos autores da área com diversas nomenclaturas, em que momento também é chamado de momento linear (com o intuito de diferenciá-lo do momento angular, um conceito distinto). Para uma padronização adequada, adotaremos a definição dada por Halliday, Renick e Walker (2012), em que o termo momento linear (a partir de agora passaremos apenas a usar a terminologia momento) de uma partícula corresponde a uma grandeza vetorial resultante do produto de sua massa pela sua velocidade, de mesma orientação, conforme a Equação 1, a seguir:

$$\vec{p} = m\vec{v} \text{ (Equação 1), onde } m \text{ se refere à massa da partícula e } \vec{v} \text{ à sua velocidade.}$$

Em outras palavras, conforme versa Tipler e Mosca (2009), a quantidade de movimento ($\vec{p}$) nada mais é do que o esforço empregado para levar ao repouso uma partícula, com sua unidade padrão no Sistema Internacional de kg*m/s. Seguindo esse princípio, esses autores relacionam a quantidade de movimento com a segunda lei de Newton ($F=m*a$) e consequentemente encontram a força resultante sobre a partícula. Para tal, o primeiro passo é derivar a Equação 1 em relação ao tempo:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m * \vec{a} \text{ (Equação 2)}$$

Com o resultado, é possível substituir a Equação 2 pelo termo $\vec{F}_{res}$ (Força resultante), onde é obtida a seguinte relação:

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} \text{ (Equação 3)}$$

Vale salientar que, em sua obra *Principia*, publicada em 1687, Isaac Newton apresentou a segunda lei conforme a Equação 4:

$$\vec{F}_{res} = m * \vec{a} \text{ (Equação 4)}$$

Em suma, o momento de uma partícula só pode ser alterado caso exista uma força externa atuando sobre um corpo, o que nos remete à lei de conservação da quantidade de movimento, postulada por Tipler e Mosca(2009) da seguinte forma: “Se as somas das força externas sobre um sistema permanece zero, então a quantidade de movimento total do sistema permanece constante”. Em termos formais, o resultado é apresentado pela Equação 5:

$\vec{P}_{sis} = \sum_i m_i \vec{v}_i = \sum_i \vec{p}_i$ (Equação 5), onde o movimento do sistema corresponde ao somatório dos momentos de todas as partículas individuais.

Se m_i é a massa individual de cada partícula, adotaremos M como sendo a massa total do sistema, ou seja, seu somatório, assim como $\vec{v}_{cm}$ para o somatório das velocidades, sendo a velocidade do centro de massa do sistema dada pela soma vetorial das velocidades das partículas, dividida pela massa total do sistema:

$$\vec{P}_{sis} = \sum_i m_i \vec{v}_i = M * \vec{v}_{cm} \text{ (Equação 6)}$$

Derivando a Equação 6 em relação ao tempo, obteremos o seguinte resultado:

$$\frac{d\vec{P}_{sis}}{dt} = M \frac{d\vec{v}_{cm}}{dt} = M * \vec{a}_{cm} \text{ (Equação 7)}$$

Segundo os preceitos da segunda lei de Newton:

$$\sum_i \vec{F}_{ext} = \vec{F}_{ext res} = \frac{d\vec{P}_s}{dt} \text{ (Equação 8)}$$

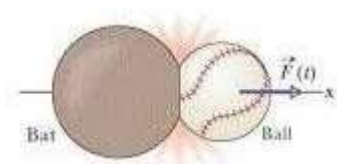
Posto esses resultados, caso as forças externas somem zero, a quantidade de movimento permanece intacta:

$$\sum \vec{F}_{ext} = 0, \vec{P}_{sis} = \sum_i m_i \vec{v}_i = M \vec{v}_{cm} = \text{constante} \text{ (Equação 9)}$$

Com isso se interpreta a lei de conservação da quantidade de movimento, ou seja, se $\sum \vec{F}_{ext} = 0$ (soma das forças externas for zero ou nula), $\vec{P}_{sis}$ (momento do sistema) é constante.

O entendimento desses conceitos nos leva a evidenciar a consequência mais presente e utilizada nesta categoria (com intento de evitá-las é claro) na elaboração das leis, ou seja, o conceito de colisões. De acordo com a lei de conservação do momento, como aferido, apenas a título de reforço do conceito, o momento do objeto permanece constante desde que não sejam aplicadas forças externas. Porém, existem situações nas quais isso ocorre, podendo ser de forma mais sutil, como um sopro ou um empurrão em objeto mais leves, contudo, também de forma mais brusca como uma colisão, transcorrendo de forma breve e intensa, ocasionando uma transformação atípica no momento do corpo (HALLIDAY; RESNICK, 2012). Alguns exemplos de colisões são ilustrados nas Figuras 2 e 3 a seguir:

Figura 2: Exemplo da colisão de um taco com uma bola de beisebol.



Fonte: HALLIDAY; RESNICK; WALKER, p.217, 2012.

Figura 3: Colisão de um carro com um obstáculo.



Fonte: https://br.freepik.com/vetores-premium/colecao-de-acidente-de-carro-isolado-no-branco_13315079.htm

Na figura 2, podemos notar que a bola ao ser rebatida mudará sua direção mediante uma força externa aplicada pelo rebatedor, mudando assim o seu momento de forma abrupta. Na figura 3, notamos a colisão de um carro com um poste físico, o qual também modifica o momento do carro que até então possuía uma velocidade e aceleração, parando-o. Ambos os casos são exemplos da alteração do momento de um objeto de forma violenta, seja no primeiro caso, por intermédio de um impulso, ou no segundo, pela parada total do veículo em virtude de uma colisão.

5.1.1. Artigos que se enquadram na categoria “Momento”

Esta categoria se associa com uma lei de trânsito que busca por meio da regulamentação proporcionar segurança aos motoristas e à própria população em geral, tornando seguro o trânsito. O conceito em tela destaca-se tanto explicita quanto implicitamente, sendo de suma importância na elaboração de artigos do Código de Trânsito Brasileiro que busca prevenir acidentes graves ou mesmo transtornos no fluxo de trânsito. Sua aplicação se relaciona com possíveis colisões, sejam elas entre veículos, entre veículos e objetos (fixos e móveis), ou mesmo entre veículos e indivíduos, em que um impulso brusco, como no caso de uma colisão traseira, uma parada instantânea ao se colidir com um objeto físico ou mesmo diante do impacto de dois veículos em movimento, acarretarem consequências até mortais aos condutores dos veículos envolvidos. Os artigos do CTB

(BRASIL, 1997) que compõem esta categoria totalizam dez, sendo os artigos de número 26, 30, 31, 32, 33, 43, 45, 49, 94, 102, os quais são apresentados a seguir.

O artigo 26, composto por dois incisos, apresenta em seu teor a preocupação com os pedestres e suas possíveis ações de se colocarem em rota de colisão com os veículos, sejam com eles próprios, com animais ou com objetos físicos inanimados.

Art. 26. Os usuários das vias terrestres devem:

I - abster-se de todo ato que possa constituir perigo ou obstáculo para o trânsito de veículos, de pessoas ou de animais, ou ainda causar danos a propriedades públicas ou privadas;

II - abster-se de obstruir o trânsito ou torná-lo perigoso, atirando, depositando ou abandonando na via objetos ou substâncias, ou nela criando qualquer outro obstáculo.

Nesse artigo, como em todo o CTB, notamos inicialmente preocupação com a segurança dos usuários das vias, sejam motorizados ou pedestres, onde sua regulamentação visa a prevenir a criação de possíveis obstáculos que possam propiciar prováveis colisões ou dificuldades na condução do veículo, fato esse que nos remeteu a notar de forma implícita a conservação do movimento linear, principalmente na incidência de uma mudança brusca no momento dos objeto/indivíduos envolvidos durante a condução de um veículo automotor.

Contextualizar colisões com materiais de formas e naturezas distintas pode prover ao docente meios de abordar interdisciplinarmente o estudo da composição dos materiais com a disciplina de Química, o próprio estudo vetorial do movimento dos corpos em movimentos e suas implicações, assim como discutir princípios éticos e morais dessa ação dentro de nossa sociedade.

Nossa sugestão é inicialmente apresentar aos alunos o artigo 26 do Código de Trânsito Brasileiro e pedir que eles identifiquem as ações proibidas pelo texto. A seguir o professor pode solicitar que os alunos, em grupos, desenhem um esquema simples de uma via terrestre (rua ou avenida) e coloquem desenhos ou figuras que representem as situações proibidas pelo artigo 26 (por exemplo, um objeto jogado na rua, um carro estacionado de forma irregular, etc.). Em seguida, pedir que eles expliquem como as Leis de Newton se aplicam às situações desenhadas. Após essa etapa o professor pode solicitar que cada grupo apresente o esquema e a explicação para o resto da turma, para assim promover uma discussão sobre as aplicações das Leis de Newton no trânsito. Para concluir a aula, ele pode convidar os alunos a

refletirem sobre a importância de seguir as regras de trânsito e como elas contribuem para a segurança de todos os usuários das vias terrestres.

Essa perspectiva contempla a abordagem 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), da racionalidade científica. Os desenhos e a visão dos alunos para executar a tarefa, pontuando os conceitos presentes, pode demonstrar que as Ciências vão além de situações idealizadas e estão presentes no entorno de cada cidadão da sociedade. Contempla, ainda, o parâmetro 3P (discussão de problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e Tecnologia), presente na participação social, pois durante a atividade de desenhar, apresentar e refletir sobre o assunto, a discussão de problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e da Tecnologia pode implicar na incorporação de conteúdos e metodologias que permitam aos alunos compreenderem como a Ciência e a Tecnologia afetam a sociedade e o meio ambiente, e como eles podem participar ativamente na tomada de decisões sobre esses assuntos

O artigo 30, com dois incisos e um parágrafo, tem como enfoque as ultrapassagens e o comportamento a ser adotado pelos condutores dos veículos mais lentos, apontando a condução pela via da esquerda para o automóvel mais veloz e o deslocamento do veículo mais lento para a direita, o qual deve manter velocidade constante e assim permitir uma ultrapassagem segura.

Art. 30. Todo condutor, ao perceber que outro que o segue tem o propósito de ultrapassá-lo, deverá:

I - se estiver circulando pela faixa da esquerda, deslocar-se para a faixa da direita, sem acelerar a marcha;

II - se estiver circulando pelas demais faixas, manter-se naquela na qual está circulando, sem acelerar a marcha.

Parágrafo único. Os veículos mais lentos, quando em fila, deverão manter distância suficiente entre si para permitir que veículos que os ultrapassem possam se intercalar na fila com segurança.

Um momento crítico para a ocorrência de possíveis colisões emerge normalmente de comportamentos inadequados na ação de ultrapassagem de outro veículo. Consideramos que esse artigo ainda segue a linha do estudo de colisões, mas agora decorrente do impacto de outro veículo. O delineamento aqui decorre das ações do condutor no momento que estiver sendo ultrapassado, abrindo a correlação com a primeira lei de Newton e por tratar de possíveis colisões tanto unidirecionais quanto bilaterais, abre a possibilidade de agir

interdisciplinarmente, atrelando, por exemplo, o estudo do plano cartesiano de forma prática aos alunos, podendo contar com o apoio do professor de Matemática.

A nossa sugestão para esta atividade é que os alunos se dividam em duplas e seja entregue a eles dois carrinhos como os mostrados na figura 4:

Figura 4: Carros de brinquedo para a atividade em sala de aula.



Fonte: autor

Cada dupla deverá realizar dois tipos de ultrapassagens, de modo que, na primeira, sejam respeitados os preceitos do artigo em tela e na segunda, não o sejam, solicitando-se que os alunos anotem as suas observações. Em uma fase final, o professor pode mediar um debate com as conclusões dos alunos, pedindo que eles identifiquem os elementos da Física presentes nessa situação, como é caso das colisões em manobras que desrespeitem o artigo, e reflitam acerca da importância da normativa e seu impacto no que tange à segurança do trânsito, propondo possíveis ações que possam conscientizar os condutores acerca do respeito às normas de trânsito.

Essa perspectiva é consonante com a abordagem 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), presente na racionalidade científica, ao levar os alunos a simularem ações reais do trânsito, podendo concluir por si as consequências do desrespeito às normas estabelecidas no CTB e 5D (discutir a necessidade de adequações sociais), presente no desenvolvimento tecnológico, ao refletirem e ponderarem sobre a importância do respeito às normas

estabelecidas de trânsito, provendo a conscientização dos alunos que se converterão em futuros condutores ao realizarem determinadas ultrapassagens.

O artigo 31 tem como intuito proteger os pedestres de possíveis atropelamentos ao desembarcarem de transportes coletivos, regulando a conduta dos condutores ao ultrapassarem esse tipo de condução, provendo sua desaceleração ou mesmo parada total.

Art. 31. O condutor que tenha o propósito de ultrapassar um veículo de transporte coletivo que esteja parado, efetuando embarque ou desembarque de passageiros, deverá reduzir a velocidade, dirigindo com atenção redobrada ou parar o veículo com vistas à segurança dos pedestres.

Novamente, observamos a estrutura presente no que concerne aos termos das colisões, propriamente apresentando um sistema isolado de um objeto em movimento (veículo) e outro, em muitos casos, parado (pedestre). A interação pedestre e veículo sempre será uma eterna preocupação no que tange à segurança do trânsito, visto que alterações bruscas do momento de um pedestre mediante ao impacto de veículo pode se tornar fatal por diversos fatores. Dadas as condições ambientais as quais este artigo se insere, outros temas físicos também podem ser destacados e estudados de forma correlacionada, tais como as energias cinética e potencial ou mesmo a segunda lei de Newton.

Nossa sugestão é focar nas colisões elásticas e inelásticas, apresentando o tema de maneira tradicional, expondo os conceitos técnicos de forma expositiva dialogada. A seguir, promover uma atividade lúdica com um jogo de RPG (*Role-Playing Game*) da vida real. Adotando o papel de mestre no jogo, o professor pode subdividir em dois grupos os alunos, de modo que um grupo será composto pelos jogadores e outro será responsável pela criação e justificção da dificuldade da rolagem dos dados condicionados pelos preceitos físicos envolvidos. Um exemplo de situação seria a ambientação dos alunos em uma aventura com objetivo de seguirem ao ponto de ônibus, entrarem na condução coletiva, chegarem ao local de desembarque e enfim conseguirem chegar a sua escola. Situações como motoristas imprudentes podem ser inseridas na narrativa, assim como tipos de colisão decorrente de um possível atropelamento do jogador (elástica ou inelástica) e também outros recursos físicos podem ser adotados para a conclusão da tarefa. O fato pode ser amplamente desenvolvido de forma a também abranger os temas correlatos, sendo agregado ao professor o papel de

mediador e orientador dos alunos na argumentação quanto à regulação da dificuldade das ações do jogo.

Desta forma, em nossa sugestão, inserimos o CTS pela abordagem 1D (abordar questões técnicas), dentro do desenvolvimento tecnológico, ao explicar os conceitos de forma expositiva dialogada, e 3P (discussão de problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e Tecnologia), presente na participação social, ao introduzir o jogo de RPG, onde as ações e consequências têm impacto direto no desenvolvimento dos personagens, tendo como base de dificuldade os conceitos de Física presentes.

Os artigos 32 e 33 apresentam a preocupação com as vias de mãos duplas e ultrapassagens em pontos que não propiciem uma visibilidade completa e trechos que apresentem perigo nessa ação, sejam com outros veículos ou pedestres e advertindo a proibição dessa ação nos locais destacados.

Art. 32. O condutor não poderá ultrapassar veículos em vias com duplo sentido de direção e pista única, nos trechos em curvas e em aclives sem visibilidade suficiente, nas passagens de nível, nas pontes e viadutos e nas travessias de pedestres, exceto quando houver sinalização permitindo a ultrapassagem.

Art. 33. Nas interseções e suas proximidades, o condutor não poderá efetuar ultrapassagem.

Em ambos os artigos, notamos a preocupação com a consciência do condutor em ter plenas condições em realizar uma ultrapassagem segura, evitando riscos em sua ação, em que observamos de maneira mais implícita a presença do conceito de momento, com a apreensão pela mudança de momento brusca. Assim, percebemos que, como uma das possíveis consequências da realização de ultrapassagens nos locais descritos nos artigos, teríamos um aumento da probabilidade de colisões frontais ou capotamentos do veículo. Com isso, além de poderem ser abordadas as características e fundamentos de uma colisão frontal, vislumbramos ainda uma possível tratativa conjunta do tema ao conceito da força centrípeta ou mesmo estudo vetorial das forças aplicadas ao veículo durante a realização de uma curva, além da própria conservação do momento linear. Nossa sugestão nesse caso é subdividida em cinco etapas:

1. Introdução ao conceito de momento: os alunos devem estudar o conceito de momento, suas equações e como é aplicado na física.

2. Análise de situações de ultrapassagem: os alunos devem analisar situações de ultrapassagem em pontos que não propiciem uma visibilidade completa e trechos que apresentem perigo, utilizando o conceito de momento. Eles devem calcular o momento dos veículos envolvidos na ultrapassagem e discutir como isso afeta a segurança da situação.
3. Campanha de conscientização: os alunos devem elaborar uma campanha de conscientização para a comunidade, com o objetivo de alertar sobre os riscos associados às ultrapassagens em pontos que não propiciem uma visibilidade completa em trechos que apresentem perigo. Eles podem utilizar vídeos, cartazes, panfletos, entre outras mídias para disseminar sua campanha, enfatizando o conceito de momento.
4. Debate: os alunos devem participar de um debate mediado pelo professor para discutir as questões levantadas durante a atividade, como os riscos associados às ultrapassagens, os desafios enfrentados pelos motoristas e as possíveis soluções para melhorar a segurança nas estradas levando em conta o conceito de momento

Assim, nessa sugestão, utilizamos o enfoque CTS usando a abordagem 1D (abordar questões técnicas), do desenvolvimento tecnológico, ao apresentar o conceito de Momento conforme apresentado nos livros didáticos e 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), dentro da racionalidade científica, com a realização da atividade prática com os alunos e como esse conceito físico impacta em algo cotidiano a eles; e 4P (identificação de contradições e estabelecimento de mecanismos de pressão), da participação social, ao realizarem campanhas, o que pode ganhar repercussão entre populares e forçar as esferas políticas a se movimentarem também nesse sentido na busca de um trânsito mais seguro.

O artigo 43, ao longo dos seus três incisos, denota a importância de o condutor sempre se atentar às condições inerentes à direção do veículo assim como as condições locais, mas frisa a importância de se atentar à redução de velocidade inadvertidamente. Por sua vez o artigo 45 mostra a preocupação com o bloqueio das vias em cruzamentos, que pode ocorrerem casos de excesso de automóveis em determinado momento, colocando como requisito primordial a atenção do motorista para evitar bloquear a fluência do trânsito transversal, mesmo em caso de sinal verde, possibilitando assim seu fluxo natural.

Art. 43. Ao regular a velocidade, o condutor deverá observar constantemente as condições físicas da via, do veículo e da carga, as condições meteorológicas e a intensidade do trânsito, obedecendo aos limites máximos de velocidade estabelecidos para a via, além de:

I - não obstruir a marcha normal dos demais veículos em circulação sem causa justificada, transitando a uma velocidade anormalmente reduzida;

II - sempre que quiser diminuir a velocidade de seu veículo deverá antes certificar-se de que pode fazê-lo sem risco nem inconvenientes para os outros condutores, a não ser que haja perigo iminente;

III - indicar, de forma clara, com a antecedência necessária e a sinalização devida, a manobra de redução de velocidade.

Art. 45. Mesmo que a indicação luminosa do semáforo lhe seja favorável, nenhum condutor pode entrar em uma interseção se houver possibilidade de ser obrigado a imobilizar o veículo na área do cruzamento, obstruindo ou impedindo a passagem do trânsito transversal.

No artigo 43, vislumbramos a possibilidade de correlacionar sua redação ao conceito de momento no que se refere à preocupação com colisões traseiras mediante a alteração brusca da velocidade do veículo, alterando assim seu momento. Notoriamente toda e qualquer alteração repentina sem aviso prévio provê risco a todos os personagens que compõem o trânsito, principalmente quando isso envolve fatores como o movimento. Apesar da preocupação de se evitar colisões traseiras, também podem surgir outros conceitos de grande influência, provendo assim o comportamento e o estudo da velocidade e aceleração em um movimento retrógrado. No artigo 45, notamos de forma mais implícita o conceito de momento, como uma consequência ao desrespeito às recomendações legais que a situação requer, pois o bloqueio da via devido ao momentâneo excesso de veículos pode ser decorrente de uma colisão de outro veículo do tráfego transversal ao dele, permitindo abordar conceitos da terceira lei de Newton.

Nossa sugestão para esses artigos é o emprego de um *software* de simulação de colisões, como o do PHET de nome Laboratório de Colisões (acessado pelo endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html), como mostra a figura 5 abaixo:

Figura 5: laboratório de Colisões do PHET



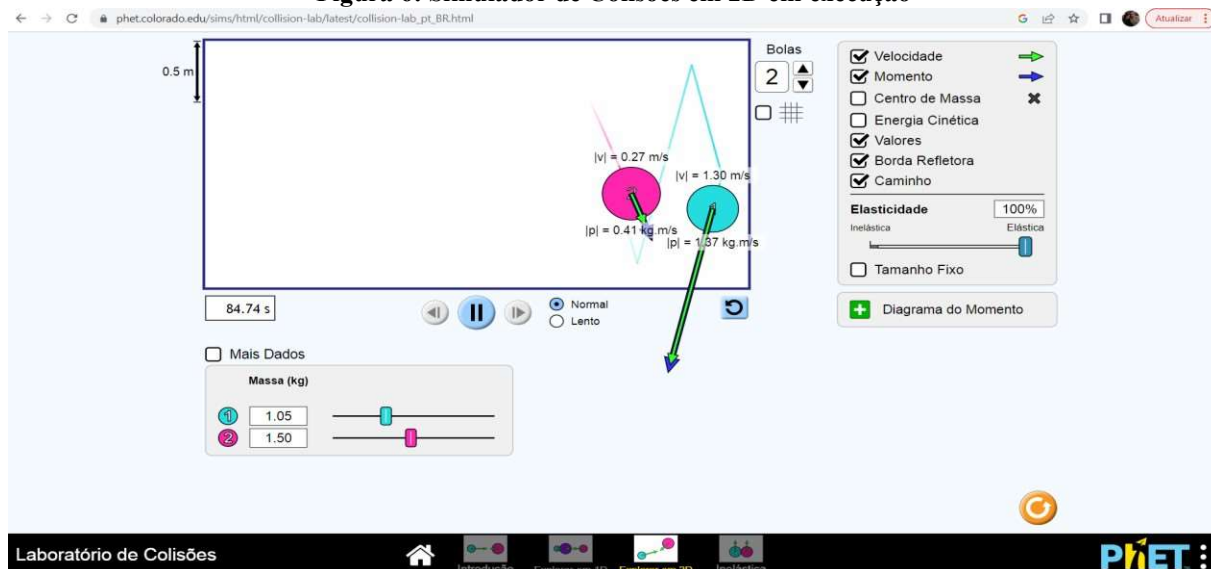
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

É importante que inicialmente os alunos se habituem à ferramenta e façam simulações livremente, modificando as variáveis e observando seus resultados em duas dimensões, conforme a Figura 6. Em uma segunda etapa, o professor pode promover um bate papo acerca das observações que os alunos realizaram durante suas simulações orientar simulações específicas, promovendo as possíveis formas de colisão. Em virtude dos resultados obtidos, mediar as conversas de forma que direcione os alunos ao reconhecimento dos conceitos científicos envolvidos. Em uma última etapa, promover a transposição das situações computacionais idealizadas para veículos reais. Com isso junto aos alunos refletir acerca dos motivos e situações da ocorrência desses fatos, muitas vezes em detrimento às normatizações legais, seguir para a face mais técnica do tema e questionar como essas colisões ocorrem de forma elástica ou inelástica, além de questionar se apenas essas ações (ou a não realização delas) são suficientes para a segurança no trânsito.

Nessa sugestão, é trabalhado o enfoque CTS de acordo com a abordagem 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), da racionalidade científica, ao propormos a transposição dos fatores computacionais ao cotidiano dos alunos, e 3P (discussão de problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e Tecnologia), inserido na

participação social, ao refletir acerca das mudanças ocasionadas pela normativa, se são suficientes ou não para uma mudança significativa na segurança dos usuários.

Figura 6: Simulador de Colisões em 2D em execução



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

O artigo 49 apresenta em seu conteúdo o momento de desembarque dos veículos e que pode acarretar possíveis colisões, sejam com partes do próprio veículo, como sua porta, ou com os indivíduos em desembarque.

Art. 49. O condutor e os passageiros não deverão abrir a porta do veículo, deixá-la aberta ou descer do veículo sem antes se certificarem de que isso não constitui perigo para eles e para outros usuários da via.
Parágrafo único. O embarque e o desembarque devem ocorrer sempre do lado da calçada, exceto para o condutor.

No artigo 49, observamos preceitos muito similares aos do artigo 31, no que versa sobre o desembarque. Aqui também o conceito de momento se destaca de forma implícita diante das consequências de um desembarque inadequado frente a uma via movimentada originando um atropelamento, fato que mudaria bruscamente o momento do pedestre. Outro exemplo seria uma colisão frontal em decorrência da abertura da porta do carro voltada para a área de circulação sem observar a presença de outro carro ou motocicleta. Dada a natureza desse artigo, observamos também a possibilidade de ampliar a abordagem para além dos conceitos

de momento e colisão, possibilitando a utilização dos conceitos presentes na primeira lei de Newton, partindo inicialmente de um estado inercial em uma provável colisão de um motoqueiro e sua trajetória até o impacto com o chão. Outra possibilidade seria abordar as forças envolvidas no momento de um possível impacto, utilizando diversos meios de transporte, conforme os axiomas da segunda e terceira lei de Newton.

Nossa proposta é, em uma etapa inicial, revisitar o assunto das colisões elásticas e inelásticas, para garantir que todos tenham compreendido e assimilado esses conceitos de Física. Em seguida, o professor pode facilitar um diálogo para discutir medidas que possam sensibilizar a sociedade sobre os perigos decorrentes do descumprimento das normas de trânsito. É fundamental destacar ações que possam minimizar a ocorrência de acidentes, com enfoque na Educação no trânsito para toda a população. O poder legislativo também deve ser envolvido nesse processo, por meio da elaboração de um documento contendo sugestões dos alunos, que será enviado à câmara legislativa local para possíveis implementações.

Dessa forma, em nossa sugestão, utilizamos a Educação CTS por meio da abordagem 4P (identificação de contradições e estabelecimento de pressão), da participação social, ao possibilitar um bate papo com os alunos sobre atitudes que conscientizem a população por intermédio de ações inclusive governamentais de Educação no trânsito mais efetivas e com o encaminhamento dessas sugestões de maneira mais formal ao poder legislativo local.

O artigo 94 aponta a necessidade de sinalização no caso da inevitabilidade de bloqueio em qualquer tipo de via e a proibição de determinadas sinalizações sem a devida autorização.

Art. 94. Qualquer obstáculo à livre circulação e à segurança de veículos e pedestres, tanto na via quanto na calçada, caso não possa ser retirado, deve ser devida e imediatamente sinalizado.

Parágrafo único. É proibida a utilização das ondulações transversais e de sonorizadores como redutores de velocidade, salvo em casos especiais definidos pelo órgão ou entidade competente, nos padrões e critérios estabelecidos pelo CONTRAN.

No artigo 94, podemos interpretar novamente a ocorrência de forma implícita do conceito físico de momento, precavendo a ocorrência de possíveis colisões com objetos, tanto nas vias veiculares como de pedestres, mediante a obrigatoriedade da sinalização caso não seja possível sua remoção. Aqui vislumbramos a possibilidade de abordar em vários ângulos o momento dos objetos envolvidos, suas alterações e a teoria inerente às colisões frontais,

elásticas e inelásticas a partir da escolha do possível obstáculo, como por exemplo animais de grande e médio portes, buracos gerados pela manutenção das vias e assim por diante.

Nossa sugestão nesse artigo se inicia com a apresentação aos alunos do artigo 94 do Código de Trânsito Brasileiro, de maneira oral pelo professor, destacando a importância da sinalização para a livre circulação e a segurança de veículos e pedestres. Em seguida, incentivamos a divisão da turma em grupos, distribuindo-se a cada grupo o texto que define os critérios estabelecidos pelo CONTRAN para a utilização de redutores de velocidade, para que eles leiam e analisem esse texto, identificando os critérios e discutindo sua relevância para a segurança no trânsito. A seguir, é importante que cada grupo apresente as conclusões para toda a turma.

Em uma segunda etapa dessa atividade, pode-se promover uma discussão em conjunto sobre os critérios estabelecidos pelo CONTRAN e sua importância para a segurança no trânsito, propondo a seguir uma reflexão sobre os impactos sociais e ambientais da instalação de redutores de velocidade nas vias públicas. Na sequência, os alunos podem discutir em grupos os possíveis efeitos positivos e negativos da instalação de redutores de velocidade e apresentem suas conclusões para a turma.

Para finalizar, o professor pode solicitar uma atividade de produção de texto, em que os alunos deverão elaborar um artigo de opinião sobre a utilização de redutores de velocidade nas vias públicas. O texto deverá levar em consideração os critérios estabelecidos pelo CONTRAN, bem como os impactos sociais e ambientais da instalação de redutores de velocidade.

Nessa sugestão, trabalhamos o enfoque CTS usando a abordagem associada ao parâmetro 2P (Avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas), da participação social, ao incentivar que em grupos, os alunos reflitam sobre os impactos sociais e ambientais, assim como as vantagens da instalação dos redutores de velocidade e 3R (analisar a condução das investigações científicas), dentro da racionalidade científica, ao sugerir que os alunos busquem informações relativas aos motivos que levaram a normatização desse artigo dentro do CTB

O artigo 102 traz novamente a preocupação em evitar que qualquer automóvel, no caso específico os que carregam carga, gere obstáculos aos condutores nas vias.

Art. 102. O veículo de carga deverá estar devidamente equipado quando transitar, de modo a evitar o derramamento da carga sobre a via.

Nesse caso específico, o artigo denota preocupação com a queda de objetos durante o trajeto de veículos com cargas sem equipamentos de segurança adequados, podendo gerar obstáculos que em caso de má visibilidade ou falta de tempo hábil para manobras evasivas acarretariam em colisões, alterando assim drasticamente o momento do condutor e de possíveis passageiros. Neste caso também poderia ser abordado em paralelo a primeira lei de Newton e as consequências da colisão ao retirar os ocupantes da inércia que se encontravam e sofrerem o impacto do objeto derramado, durante a explicação da quantidade de movimento dos corpos e acerca da teoria das colisões.

Nossa sugestão, nesse artigo, é que o professor realize um experimento mental com os alunos, de forma a utilizar como exemplo uma variedade de possíveis objetos reais que poderiam se desprender, tais como materiais de construção ou mesmo itens habituais de uso cotidiano como latas e vidros. Posto isso, solicitar que os alunos transcrevam as ocorrências e implicações físicas em cada uma das possibilidades apresentadas. A seguir, munido das concepções iniciais dos alunos, apresentar o conceito formal de maneira expositiva dialogada. Em conclusão a essa sugestão, o professor pode apresentar cenas em filmes ou séries em que existam erros conceituais nessas ações, como no filme *Premonição 2*, disponível no Youtube (https://www.youtube.com/watch?v=qa0DL_tACS4). Em uma das suas primeiras cenas ocorre uma situação análoga a essa (com exageros e improbabilidades físicas em prol da licença poética do gênero do filme), como exemplificado na Figura 7, a seguir.

Na cena do acidente de carro, em "*Premonição 2*", o professor pode debater e refletir com os alunos que o caminhão envolvido na colisão não está devidamente equipado para evitar o derramamento da carga sobre a via, o que pode ter contribuído para a gravidade do acidente. De acordo com o Art. 102 do Código de Trânsito Brasileiro, é responsabilidade do motorista de um veículo de carga garantir que ele esteja devidamente equipado para evitar o derramamento da carga sobre a via. Isso inclui medidas de segurança, como cintas de amarração e dispositivos de retenção, para garantir que a carga seja transportada de maneira segura e estável. Além disso, é importante conduzir o debate de forma que os alunos notem que esse tipo de incidente poderia ter sido evitado se o motorista do caminhão tivesse seguido as normas de trânsito e dirigido de maneira segura e responsável. A negligência no transporte

de cargas e a falta de segurança podem ter consequências graves e é importante que todos os motoristas sejam conscientes e cumpram as leis de trânsito para garantir a segurança de todos na via. Após o debate, o professor pode solicitar que os alunos reescrevam essas cenas cinematográficas e incorretas tornando-as condizentes com os conceitos reais, munidos agora do conhecimento científico vigente transposto a eles. Com relação a isso, destacamos o conceito de Momento, que corresponde a uma medida da quantidade de movimento em um objeto. É importante destacar que antes da colisão, os carros envolvidos têm momentos diferentes devido às suas velocidades e massas. Durante a colisão, esses momentos são transferidos entre os carros, causando danos e mudanças na velocidade de cada veículo.

Figura 7: Cena do filme Premonição 2



Fonte: <https://darkside.blog.br/wp-content/uploads/2022/11/PREMONICAO-2.jpeg>

Dessa forma, em nossa sugestão inserimos a Educação CTS por meio das abordagens 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), dentro da racionalidade científica, com a execução experimento mental inicial dos alunos e pela utilização de filmes e séries contendo erros conceituais, mostrando em situações cotidianas a presença da Ciência, 1D (abordar questões técnicas), do desenvolvimento tecnológico, ao apresentar fidedignamente de forma

expositiva dialogada os conceitos científicos aceitos, frisando o risco que objetos desprendidos geram aos condutores, os quais podem acarretar colisões, e 5D (discutir a necessidade de adequações sociais), ao propiciar a reflexão de que, apesar de ser uma cena cinematográfica e fictícia, a necessidade da conscientização de condutores de cargas respeitarem as normas estabelecidas para o transporte pode ter consequências catastróficas e fatais no mundo real.

5.2. CONCEITOS DAS LEIS DE NEWTON

As três leis do movimento de Newton permeiam qualquer estudo básico acerca de conceitos de Física associados ao movimento. Assim como tudo que orbita o campo das Ciências, Isaac Newton obviamente não postulou ideias oriundas do nada, tampouco proveu seus axiomas repentinamente, mas sim se apropriou do conhecimento de estudiosos que o antecederam e aprimorou suas pesquisas, tais como Nicolau Copérnico e Galileu Galilei (o qual curiosamente faleceu no mesmo ano de nascimento de Isaac Newton, em 1642). Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), a mecânica newtoniana não pode ser aplicada em altas velocidades, como a velocidade da luz, por exemplo, ou mesmo quando os objetos são extremamente pequenos, sendo necessários assim abrangerem os campos, respectivamente, da Relatividade Restrita de Albert Einstein e da Física Quântica. Um ótimo resumo dos princípios da natureza e da aplicação das três leis em questão é apresentado abaixo:

As leis de Newton relacionam as forças que objetos exercem uns sobre os outros e relacionam qualquer variação no movimento de um objeto às forças que atuam sobre ele. As leis de Newton do movimento são ferramentas que nos permitem analisar uma grande variedade de fenômenos mecânicos. Mesmo que Por sua vez tenhamos uma ideia intuitiva de força como um empurrão ou puxão, conforme os exercidos por nossos músculos ou por elásticos esticados e molas, as leis de Newton nos permitem refinar nossa compreensão sobre forças (TIPLER; MOSCA, p.93, 2009,)

Apresentado o escopo geral deste tema, destacaremos individualmente cada uma das três leis de Newton de forma sucinta, apenas com o intuito de embasar e evidenciar a sua presença nos artigos presentes no CTB.

a) Primeira Lei de Newton

Para compreendermos de forma adequada o assunto, inicialmente é preciso definir três conceitos fundamentais, os quais devem ser esclarecidos para o entendimento da construção deste princípio e dos demais inclusive: Força, referencial inercial e massa. O primeiro deles, o de força, utilizaremos a definição apresentada por Halliday, Resnick e Walker (2012):

A força é uma grandeza vetorial cujo módulo é definido em termos da aceleração que imprimiria a uma massa de um quilograma. Por definição, uma força que produz uma aceleração de 1 m/s^2 em uma massa de 1 kg tem um módulo de 1 newton (1 N). Uma força tem a mesma orientação que a aceleração produzida pela força. Duas ou mais forças podem ser combinadas segundo as regras da álgebra vetorial. A força resultante é a soma de todas as forças que agem sobre o corpo. (p.109)

Em outras palavras, a força é algo de natureza externa que pode provocar uma aceleração no corpo com base em um referencial inercial e conseqüentemente modificar a sua velocidade. Por sua natureza vetorial possui módulo, direção e sentido. Contudo o que seria esse referencial inercial? A resposta a essa questão é provida pela definição apresentada por Tipler e Mosca (2009, p. 94): “Se não há forças atuando sobre um corpo, qualquer referencial no qual a aceleração do corpo permanece zero é um referencial inercial”. Por fim, o último conceito ainda não elucidado e apresentado na definição de força é o de massa. Para tanto, adotaremos a explicação de Halliday, Resnick e Walker (2012):

Como a palavra massa é usada na vida cotidiana, devemos ter noção intuitiva de massa, talvez algo que podemos sentir fisicamente. Seria o tamanho, o peso ou a densidade do corpo? A resposta é negativa, embora algumas vezes essas características sejam confundidas com a massa. Podemos apenas dizer que a massa de um corpo é a propriedade que relaciona uma força que age sobre o corpo à aceleração resultante. A massa não tem uma definição mais coloquial; você pode ter uma sensação física da massa apenas quando tenta acelerar um corpo, como ao chutar uma bola de futebol (p.95).

Munidos destas informações, podemos enunciar a primeira lei de Newton, também conhecida como a lei da Inércia, ciente que seus preceitos são válidos apenas tendo como

escopo os referenciais inerciais: “Todo corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar seu estado pela ação de forças impressas sobre ele” (NUSSENZVEING, 2002, p.68).

Em outros termos, nas palavras de Halliday, Resnick e Walker (2012) temos que: “Quando a força resultante que age sobre o corpo é nula, o corpo permanece em repouso ou se move em linha reta com velocidade escalar constante”.

b) Segunda Lei de Newton

Para explicarmos a segunda lei, partiremos propriamente de sua definição apresentada por Halliday, Resnick e Walker (2012): “A força resultante que age sobre o corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração”, sendo sua representação e matemática dada por:

$$\vec{F}_{res} = m * \vec{a} \text{ (Equação 10)}$$

Figura 8: Exemplo prático da segunda lei de Newton.



Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/20558355>

Seguindo essas premissas, a segunda lei de Newton é evidenciada como um dos princípios fundamentais da Dinâmica, pois aborda as consequências da aplicação de uma força, as quais alteram o estado inercial presente na primeira lei. Tipler e Mosca (2009, p.96) detalham que: “A aceleração $\vec{a}$, de qualquer corpo, é diretamente proporcional à força resultante $\vec{F}_{res}$ exercida sobre ele, e o inverso da massa do corpo é a constante de proporcionalidade”.

Um caso bem específico de sua aplicabilidade é o entendimento da força-peso. A palavra em si, peso, é amplamente utilizada coloquialmente, comumente confundido com o termo adequado, que seria massa, pois apesar de estarem relacionados, não são sinônimos. Ao aferirem sua massa corporal, as pessoas dizem que "pesam X kg", ou ao carregarem algum objeto de massa mais elevada o descrevem como pesado. Para evitarmos confusões com os termos, utilizemos a explicação de Tipler e Mosca (2009, p. 99) para conceituá-la:

Se você larga um objeto próximo a superfície da Terra, ele acelera para a Terra. Se a resistência do ar é desprezível, todos os objetos caem com a mesma aceleração, chamada de aceleração de queda livre g . A força que causa essa aceleração é a força gravitacional ($\vec{F}_g$) exercida pela Terra sobre o objeto. O peso do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele (...).

Quando aplicamos a segunda lei de Newton para esse caso obtemos algebricamente:

$$\vec{F}_g = m * \vec{g}. \text{ (Equação 11),}$$

Na Equação 11, o valor de g é convencionalmente adotado com o módulo de 9.81 m/s^2 , tendo como referência a proximidade da superfície da Terra. Como todos os corpos são submetidos a essa força gravitacional, g é constante e proporcional a sua massa.

Figura 9: Mitológica cena da maçã caindo sobre a cabeça de Newton, um exemplo da presença da força peso



Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/fisica/forca-peso>

Dois conceitos devem ser pontuados mediante este axioma, o de atrito e de tração. No primeiro, Halliday e Resnick (2012, pg. 110) definem atrito (também chamado de força de atrito) como “a força exercida sobre um corpo quando o corpo desliza ou tenta deslizar sobre uma superfície. A força é sempre paralela à superfície e tem sentido oposto ao do deslizamento”. Ao abordarmos o conceito de tração, fisicamente ele pode ser entendido nas palavras de Helerbrock (2021) a seguir:

Tração ou tensão é o nome que se dá às forças aplicadas por meio de fios, cabos ou cordas. A tração é uma força de contato que é transmitida através de um meio físico capaz de puxar ou tracionar corpos distantes. Ela possibilita a transferência de forças entre diferentes corpos, mas também permite que a direção e o sentido das forças transmitidas sejam configurados de acordo com a necessidade.

No que tange veículos, podemos dizer que a tração do veículo é a força necessária que o motor exerce para que um veículo se desloque e vença o atrito.

c) Terceira Lei de Newton

Ao entendermos o princípio da inércia na primeira lei e prosseguirmos ao emprego das forças que modificam o estado inercial na segunda lei, o ponto chave da terceira lei, chamada informalmente de lei da ação e reação, é a interação em pares das forças. Esse nome gera controvérsias aos mais ortodoxos pois parece que uma força “reage à outra” e não denotam a realidade de ocorrerem simultaneamente e em corpos distintos. Uma explicação mais detalhada desse axioma é encontrada nas palavras de Tipler e Mosca (2009, p.108):

A terceira lei de Newton descreve uma importante propriedade das forças: forças sempre ocorrem aos pares. Por exemplo, se uma força é exercida sobre um corpo A, deve existir outro corpo B que exerce a força. A terceira lei de Newton afirma que estas forças são iguais em magnitude e opostas em sentido. Isto é, se o objeto A exerce uma força sobre o objeto B, então B exerce uma força de mesma intensidade e sentido oposto sobre A.

A relação vetorial associada a terceira lei é representada da seguinte forma:

$$\vec{F}_{ab} = -\vec{F}_{ba} \text{ (Equação 12)}$$

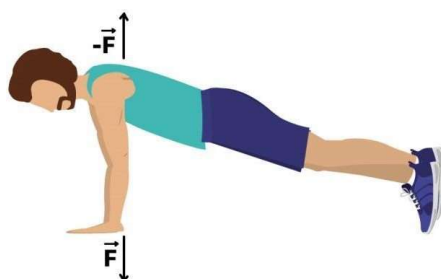
Na figura 10, observamos a execução de uma flexão de braço, um exercício de treinamento de força que trabalha principalmente os músculos do peito, ombros e tríceps. A execução de uma flexão de braço envolve uma série de movimentos coordenados entre esses músculos e o sistema nervoso central.

Quando o corpo começa a flexão de braço, os músculos do peito, chamados de músculos peitorais, são ativados para iniciar o movimento. Os músculos do ombro, conhecidos como deltoides, também são ativados para estabilizar a articulação do ombro durante a flexão. Os músculos do tríceps, na parte de trás do braço, também são ativados para auxiliar na extensão do cotovelo.

A terceira lei de Newton afirma que, para cada ação, há uma reação igual e oposta. Na execução de uma flexão de braço, a ação é a força muscular exercida pelo corpo para se levantar do chão. A reação igual e oposta é a força exercida pelo chão sobre o corpo, que permite que o corpo se levante. É importante notar que as forças de ação e reação não são aplicadas no mesmo objeto, mas em objetos diferentes.

Em resumo, as leis de Newton podem ser aplicadas na execução de uma flexão de braço para explicar as forças envolvidas no movimento, incluindo a resistência da massa do corpo, a força muscular e a reação do chão.

Figura 10: O exercício de flexão de braço é um exemplo de aplicação da terceira lei Newton.



Fonte: <https://blog.professorferretto.com.br/terceira-lei-de-newton/>

5.2.1. Artigos relacionados à categoria “Leis de Newton”

Ao se buscar conceitos de Física no escopo do trânsito, a presença dos termos apresentados nas leis de Newton é presença garantida ao se adotar como meta resguardar a integridade física dos usuários dos diversos meios de locomoção e suas vias. Em suma, podemos observar sua presença na regulamentação de itens de segurança aos motoristas e passageiros. Nesta categoria, encontramos nove artigos do CTB (BRASIL, 1997), sendo os de números 54, 55, 64, 65, 96, 99, 100, 105, 136, apresentados a seguir.

Os artigos 54 e 55, compostos cada um por três incisos, apresentam preocupação tanto com os passageiros quanto com os condutores, especialmente no que se refere à segurança durante a locomoção.

Art. 54. Os condutores de motocicletas, motonetas e ciclomotores só poderão circular nas vias:

- I - utilizando capacete de segurança, com viseira ou óculos protetores;
- II - segurando o guidom com as duas mãos;
- III - usando vestuário de proteção, de acordo com as especificações do CONTRAN.

Art. 55. Os passageiros de motocicletas, motonetas e ciclomotores só poderão ser transportados:

- I - utilizando capacete de segurança;
- II - em carro lateral acoplado aos veículos ou em assento suplementar atrás do condutor;
- III - usando vestuário de proteção, de acordo com as especificações do CONTRAN.

Sob nossa perspectiva, a análise deste artigo indica os preceitos das leis de Newton, destacando inicialmente à primeira lei de Newton, por normatização dos equipamentos mínimos necessários de proteção utilizados para a condução ou utilização da motocicleta como veículo de locomoção, considerando que, em uma colisão, tanto o corpo do condutor como o do passageiro tendem a manter a sua velocidade, sendo arremessado ao chão ou a objetos em que sua trajetória apresentar, fato que proverá uma força de mesma intensidade ao se chocarem, uma em sentido oposto a outro, como versa a terceira lei.

A sugestão neste artigo abrange inicialmente a apresentação dos conceitos de forma expositiva dialogada pelo professor e, com o auxílio de equipamentos áudio visuais apresentar

um saque de vôlei durante uma partida de vôlei. A partir deste saque, indicamos que o professor solicite aos os alunos que identifiquem algum conceito físico nesta cena. Em posse das concepções expostas pelos alunos, abrir espaço para que os alunos reflitam sobre de que forma esse saque pode ser comparado a um motociclista que colida com outro veículo. Proporaos alunos que descrevam o que se decorrerá a seguir, após o impacto em dois cenários distintos, sendo um com os itens obrigatórios de segurança e no outro sem esses, justificando suas respostas embasadas nos conceitos apresentados até então. Como conclusão da atividade,refletir sobre as consequências do desrespeito à lei, propondo soluções viáveis para que sejam minimizadas possíveis ocorrências dessa natureza e encerrando a mediação de forma que conduza os alunos a evidenciaram a presença das três leis de Newton nos dois casos propostos.

Dessa forma, em nossa sugestão atingimos a Educação CTS nas abordagens 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), ao aproximar situações cotidianas e análogas aos preceitos físicos nas duas situações apresentadas aos alunos dentro da racionalidade científica, seguindo dentro do escopo do 1D (abordar questões técnicas), ao apresentar inicialmente aos alunos os conceitos presentes nas leis de Newton como são aceitos na comunidade científica, dentro do desenvolvimento tecnológico, e também 3P (discussão de problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e Tecnologia), mediante a abordagem e conscientização do uso dos itens de segurança obrigatórios (capacetes e cintos de segurança), lembrando que tais itens foram incorporados e desenvolvidos ao longo do tempo para minimizar possíveis danos aos condutores, dentro da participação social.

No artigo 64, encontramos a preocupação com crianças de estatura inferior a 1.45 m, que devem ser conduzidas em dispositivos específicos, conforme mostrado a seguir, na íntegra:

Art. 64. As crianças com idade inferior a 10 (dez) anos que não tenham atingido 1,45 m (um metro e quarenta e cinco centímetros) de altura devem ser transportadas nos bancos traseiros, em dispositivo de retenção adequado para cada idade, peso e altura, salvo exceções relacionadas a tipos específicos de veículos regulamentadas pelo Contran. (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)
Parágrafo único. O Contran disciplinará o uso excepcional de dispositivos de retenção no banco dianteiro do veículo e as especificações técnicas dos dispositivos de retenção a que se refere o **caput** deste artigo. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

Em uma análise inicial, o artigo aparentemente não apresentou conceitos de Física em seu cerne, contudo ao debruçarmos de forma mais minuciosa, vislumbramos os princípios da primeira lei de Newton amparados pelas palavras de Silva (2021):

A fim de diminuir os danos causados à coluna, os carros devem ter suportes para a cabeça em todos os bancos. Esses suportes devem ter uma altura mínima, alcançando pelo menos nove centímetros abaixo do topo da cabeça. Além disso, não devem estar a mais do que dez centímetros de distância.

Com base nessa informação, é fundamental maximizar a proteção das crianças em possíveis acidentes, a fim de ser evitado o efeito denominado de “chicote”, que ocorre devido à inércia (primeira Lei de Newton), pois o corpo tende a se manter na mesma velocidade do carro antes da colisão. O efeito chicote quando a cabeça de uma pessoa é jogada violentamente para frente e para trás, causando lesões graves no pescoço e na coluna vertebral. Isso é causado pelo fato de que a cabeça é muito pesada em relação ao pescoço e pode ser jogada para trás com facilidade quando o corpo colide com força. O uso de suportes para a cabeça e cintos de segurança adequados pode ajudar a reduzir o risco de lesões de efeito chicote. Além disso, é importante que as crianças sejam transportadas adequadamente, como mencionado anteriormente, para evitar lesões graves.

Como sugestão do emprego desse artigo no ensino, sugerimos a apresentação de dois vídeos, um que mostra a colisão de um carro com um passageiro sem cinto de segurança no banco de trás (<https://www.youtube.com/watch?v=hNw1-OPwiKs>) e outro de uma propaganda de um assento adequado de crianças durante uma colisão (https://www.youtube.com/watch?v=_eyc9ijC2QQ). O professor deve incentivar os alunos a opinarem acerca de suas concepções acerca dos motivos pelos quais se decorreu o deslocamento específicos dos bonecos e suas possíveis implicações caso esse tivesse as dimensões de uma criança em sua primeira infância, como no primeiro vídeo. Com base nas respostas dos alunos, o docente pode conduzir à conceituação dos eventos baseados nos preceitos da primeira lei de Newton e a frisar a importância desse artigo na segurança das jovens crianças, exposta a uma possível colisão do veículo em que se encontram.

Essas situações permitem que o enfoque CTS se dê por meio da abordagem 1D (abordar questões técnicas), na racionalidade científica, demonstrando especificamente os

conceitos presentes na primeira lei de Newton e demonstrando a necessidade de crianças com idade e altura estabelecidas na normativa sejam transportadas no banco traseiro de maneira adequada, para evitar possíveis acidentes fatais ocasionados pela batida.

O artigo 65 determina a necessidade do uso dos cintos de segurança nos veículos de quatro rodas, trazendo consigo a preocupação quanto à segurança de seus ocupantes.

Art. 65. É obrigatório o uso do cinto de segurança para condutor e passageiros em todas as vias do território nacional, salvo em situações regulamentadas pelo CONTRAN.

Aqui nos deparamos com a primeira lei de Newton, demonstrada de maneira explícita, com a utilização obrigatória do cinto de segurança, o que em dadas condições podem significar o limiar entre a vida e a morte dos condutores e passageiros.

Nossa sugestão para abordar um dos mais difundidos itens de segurança veicular, com vinculação constante nas mídias esclarecendo a necessidade de seu uso, é a criação de uma situação problema onde um veículo colida em um poste em duas situações distintas: A primeira com o condutor utilizando cinto de segurança e em outra não. Após expostos os cenários, deve ser informado que a velocidade do veículo no instante da colisão seria de 110Km/h. Em posse desse dado, os alunos podem construir uma descrição dissertativa, imbuídos das justificativas Físicas que a argumentação requer na descrição dos dois casos hipotéticos.

Prosseguindo com a aula o professor pode debater e refletir com os alunos sobre a importância desse item de segurança ao apresentar o cinto de segurança propriamente como um aparato tecnológico que incorpora materiais resistentes, tecnologia de engenharia e, em alguns casos, sistemas eletrônicos para melhorar sua eficácia na proteção dos ocupantes do veículo durante um acidente, mostrando que é um objeto eficaz na prevenção de lesões e mortes durante um acidente de trânsito, porque ele ajuda a vencer a inércia dos ocupantes do veículo, distribui a força do impacto em uma área maior do corpo, e reduz a força de ação e reação gerada durante o acidente.

Nessa perspectiva, a Educação CTS é promovida de acordo com a abordagem 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), apresentando um experimento mental e o relato por meio escrito do emprego dos elementos físicos durante uma colisão em duas situações que contam com a presença e com a ausência do cinto de segurança e 2R (discutir malefícios e

benefícios dos produtos da Ciência), provendo aqui a reflexão sobre as consequências e as ponderações necessárias com os alunos, auxiliando-os a entender que esse item em específico pode durante uma colisão minimizar os danos ocorridos com os ocupantes de um veículo, ambos presentes no contexto da racionalidade científica.

O artigo 96, composto por três incisos e 17 alíneas, refere-se aos tipos de veículos e suas classificações, conforme apresentado a seguir:

Art. 96. Os veículos classificam-se em:

I - quanto à tração:

- a) automotor;
- b) elétrico;
- c) de propulsão humana;
- d) de tração animal;
- e) reboque ou semirreboque;

II - quanto à espécie:

a) de passageiros:

- 1 - bicicleta;
- 2 - ciclomotor;
- 3 - motoneta;
- 4 - motocicleta;
- 5 - triciclo;
- 6 - quadriciclo;
- 7 - automóvel;
- 8 - micro-ônibus;
- 9 - ônibus;
- 10 - bonde;
- 11 - reboque ou semirreboque;
- 12 - charrete;

b) de carga:

- 1 - motoneta;
- 2 - motocicleta;
- 3 - triciclo;
- 4 - quadriciclo;
- 5 - caminhonete;
- 6 - caminhão;
- 7 - reboque ou semirreboque;
- 8 - carroça;
- 9 - carro-de-mão;

c) misto:

- 1 - camioneta;
- 2 - utilitário;
- 3 - outros;

d) de competição;

e) de tração:

- 1 - caminhão-trator;
- 2 - trator de rodas;
- 3 - trator de esteiras;
- 4 - trator misto;

f) especial;

g) de coleção;

III - quanto à categoria:

- a) oficial;
- b) de representação diplomática, de repartições consulares de carreira ou organismos internacionais acreditados junto ao Governo brasileiro;
- c) particular;
- d) de aluguel;
- e) de aprendizagem.

Observamos, neste artigo, a classificação dos veículos em relação a três fatores primordiais: quanto à tração, quanto à espécie e quanto à categoria. O primeiro quesito referente à tração explicitamente relaciona o conceito físico e por consequência remete à segunda lei de Newton, apresentando como responsável pela geração da força necessária para vencer o atrito inicial e movimentar o veículo os meios automotor, elétrico, de propulsão humana, de tração animal e reboque ou semirreboque.

Nossa sugestão é que o docente realize a montagem de um sistema de polias, com dois objetos suspensos, que sejam de fácil manuseio para a alteração das massas durante o experimento. Com o sistema de polias montado, uma possibilidade de ação para o professor é apresentar as diferentes combinações de massas entre os objetos suspensos pelo sistema de polias e movimentá-los, durante cada ação, realizando perguntas pontuais de forma que os alunos consigam identificar as forças presentes nesse sistema simples. A seguir, o docente pode solicitar que os alunos destaquem as semelhanças conceituais que esse sistema de polias tem com o artigo em tela. Levantadas as respostas dos alunos, o professor pode abordar os conceitos da segunda lei de Newton e sua relação com a tração, tendo em vista que ambos os sistemas usam polias e correias para transmitir força de um ponto para outro. No caso de um sistema de polias, a força é transmitida de uma polia para outra através de uma correia, enquanto que na tração de veículos, a força é transmitida do motor para as rodas através de uma correia ou corrente. Em ambos os casos, a força é transmitida sem contato direto entre as partes móveis e a relação de transmissão de força pode ser modificada usando polias de diferentes tamanhos.

Nesse contexto, trabalhamos o enfoque CTS por meio da abordagem 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), apresentando aos alunos nesse experimento a presença do conceito físico nesse sistema usado por crianças em brinquedos e sua correlação com o trânsito.

Cada um dos três parágrafos dos artigos 99 e 100 denotam a preocupação com a massa excessiva dos veículos e suas dimensões, fato esse que aumenta a chance de deformações e danos nas vias, conforme abaixo:

Art. 99. Somente poderá transitar pelas vias terrestres o veículo cujo peso e dimensões atenderem aos limites estabelecidos pelo CONTRAN.

§ 1º O excesso de peso será aferido por equipamento de pesagem ou pela verificação de documento fiscal, na forma estabelecida pelo CONTRAN.

§ 2º Será tolerado um percentual sobre os limites de peso bruto total e peso bruto transmitido por eixo de veículos à superfície das vias, quando aferido por equipamento, na forma estabelecida pelo CONTRAN.

§ 3º Os equipamentos fixos ou móveis utilizados na pesagem de veículos serão aferidos de acordo com a metodologia e na periodicidade estabelecidas pelo CONTRAN, ouvido o órgão ou entidade de metrologia legal.

Art. 100. Nenhum veículo ou combinação de veículos poderá transitar com lotação de passageiros, com peso bruto total, ou com peso bruto total combinado com peso por eixo, superior ao fixado pelo fabricante, nem ultrapassar a capacidade máxima de tração da unidade tratora.

§ 1º Os veículos de transporte coletivo de passageiros poderão ser dotados de pneus extralargos. (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

§ 2º O Contran regulamentará o uso de pneus extralargos para os demais veículos. (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

§ 3º É permitida a fabricação de veículos de transporte de passageiros de até 15 m (quinze metros) de comprimento na configuração de chassi 8x2. (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

Um ponto a se destacar nesta análise é que há uma clara influência da segunda lei de Newton nesses dois artigos, especificamente acerca do conceito da força-peso, porém aqui nos deparamos com um erro na formulação de sua estrutura, que define o peso como sendo a massa, pois não aferem o peso dos veículos e sim sua massa.

Nossa sugestão visa à ação do professor em abordar o erro conceitual, para reforçar a diferença entre os conceitos de peso e massa, mostrando condições reais das estradas brasileiras e debatendo com os alunos a importância de serem levados em consideração os preceitos da segunda lei de Newton, pois as medições levam em conta as premissas da força peso aplicada no asfalto, aumentando a intensidade desta força conforme o aumento da massa do veículo. A seguir, convidamos o professor a dividir a turma em grupos e solicitar que cada grupo pesquise sobre uma alternativa ao transporte rodoviário de cargas, como transporte ferroviário, hidroviário, aéreo, dutoviário, ou mesmo novas tecnologias de transporte como drones e veículos autônomos.

Cada grupo deve destacar as vantagens e desvantagens da alternativa de transporte pesquisada, bem como o seu potencial para reduzir os problemas associados ao transporte rodoviário. Os grupos podem apresentar gráficos, tabelas e mapas para ilustrar suas análises. Após as apresentações, pode-se promover um debate em sala de aula sobre as alternativas ao transporte rodoviário de cargas. Os alunos devem discutir qual a melhor opção para o Brasil, considerando as características geográficas, econômicas, culturais e políticas do país.

Para concluir a atividade, propomos uma reflexão sobre o papel da ciência, da tecnologia e da sociedade na busca por soluções sustentáveis e eficientes para o transporte de cargas.

Dessa forma, em nossa sugestão, utilizamos a abordagem 1D (abordar questões técnica), no desenvolvimento tecnológico, ao explorar o erro conceitual encontrado na formulação desse artigo ao se referir ao conceito de peso ao invés de massa, e 5P (compreensão das políticas públicas e participação das esferas políticas), da participação social, ao entrar na questões do transporte viário de cargas ao invés do ferroviário e marítimo por exemplo, visando atender interesses políticos e econômicos de alguns segmentos da sociedade, mesmo diante de soluções mais adequadas.

No artigo 105, composto por oito incisos e seis parágrafos, e no artigo 136, detendo sete incisos, é apontada a obrigatoriedade dos itens de segurança, tais como cintos, encostos de cabeça e *airbag*, regulamentando o uso desses itens. Acrescem, ainda, os veículos de transporte coletivo, frisando mais especificamente os veículos escolares, no artigo 136.

Art. 105. São equipamentos obrigatórios dos veículos, entre outros a serem estabelecidos pelo CONTRAN:

I - cinto de segurança, conforme regulamentação específica do CONTRAN, com exceção dos veículos destinados ao transporte de passageiros em percursos em que seja permitido viajar em pé;

II - para os veículos de transporte e de condução escolar, os de transporte de passageiros com mais de dez lugares e os de carga com peso bruto total superior a quatro mil, quinhentos e trinta e seis quilogramas, equipamento registrador instantâneo inalterável de velocidade e tempo;

III - encosto de cabeça, para todos os tipos de veículos automotores, segundo normas estabelecidas pelo CONTRAN;

- (VETADO)

V - dispositivo destinado ao controle de emissão de gases poluentes e de ruído, segundo normas estabelecidas pelo CONTRAN.

VI - para as bicicletas, a campainha, sinalização noturna dianteira, traseira, lateral e nos pedais, e espelho retrovisor do lado esquerdo.

VII - equipamento suplementar de retenção - *airbag* frontal para o condutor e o passageiro do banco dianteiro. (Incluído pela Lei nº 11.910, de 2009)

IV

VIII - luzes de rodagem diurna. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

§ 1º O CONTRAN disciplinará o uso dos equipamentos obrigatórios dos veículos e determinará suas especificações técnicas.

§ 2º Nenhum veículo poderá transitar com equipamento ou acessório proibido, sendo o infrator sujeito às penalidades e medidas administrativas previstas neste Código.

§ 3º Os fabricantes, os importadores, os montadores, os encarregadores de veículos e os revendedores devem comercializar os seus veículos com os equipamentos obrigatórios definidos neste artigo, e com os demais estabelecidos pelo CONTRAN.

§ 4º O CONTRAN estabelecerá o prazo para o atendimento do disposto neste artigo.

§ 5º A exigência estabelecida no inciso VII do caput deste artigo será progressivamente incorporada aos novos projetos de automóveis e dos veículos deles derivados, fabricados, importados, montados ou encarregados, a partir do 1º (primeiro) ano após a definição pelo Contran das especificações técnicas pertinentes e do respectivo cronograma de implantação e a partir do 5º (quinto) ano, após esta definição, para os demais automóveis zero quilômetro de modelos ou projetos Por sua vez existentes e veículos deles derivados. (Incluído pela Lei nº 11.910, de 2009)

§ 6º A exigência estabelecida no inciso VII do caput deste artigo não se aplica aos veículos destinados à exportação. (Incluído pela Lei nº 11.910, de 2009)

Art. 136. Os veículos especialmente destinados à condução coletiva de escolares somente poderão circular nas vias com autorização emitida pelo órgão ou entidade executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, exigindo-se, para tanto:

I - registro como veículo de passageiros;

II - inspeção semestral para verificação dos equipamentos obrigatórios e de segurança;

III - pintura de faixa horizontal na cor amarela, com quarenta centímetros de largura, à meia altura, em toda a extensão das partes laterais e traseira da carroçaria, com o dístico ESCOLAR, em preto, sendo que, em caso de veículo de carroçaria pintada na cor amarela, as cores aqui indicadas devem ser invertidas;

IV - equipamento registrador instantâneo inalterável de velocidade e tempo;

V - lanternas de luz branca, fosca ou amarela dispostas nas extremidades da parte superior dianteira e lanternas de luz vermelha dispostas na extremidade superior da parte traseira;

VI - cintos de segurança em número igual à lotação;

VII - outros requisitos e equipamentos obrigatórios estabelecidos pelo CONTRAN.

Esses artigos remetem aos preceitos da primeira lei de Newton, pois se busca proteger os usuários das consequências da mudança brusca do estado inercial em caso de acidentes, evitando-se assim projeções frontais ou mesmo lesões cranianas e cervicais mediante o impacto. Porém, devemos salientar que vemos um vasto campo de conceitos que também podem ser utilizados pelos professores em sala de aula.

Nossa sugestão é abordar os preceitos físicos presentes nesses artigos a partir dos princípios estruturais dos *airbags*, pois durante o impacto, em uma colisão contra um obstáculo fixo, o carro para, mas o corpo do motorista tende a se manter em movimento e, em uma fração de segundos durante o impacto, antes que o motorista colida com o painel, ele infla e diminui drasticamente a força aplicada sobre o condutor, podendo ser aqui abordadas as premissas da segunda lei de Newton, comparando as consequências de uma colisão e suas forças resultantes nas condições onde o *airbag* está presente com outra ocorrência onde não existia esse objeto. Como adendo correlato a essa explanação, o potencial interdisciplinar com a Química se mostra promissor, uma vez que podem ser estudados os gases que compõem os *airbags* e as reações químicas que possibilitam a sua ação em milissegundos.

Nessa perspectiva, podemos destacar inseridos em nossa sugestão as abordagens 1D (abordar questões técnicas) e 2D (analisar organizações e relações entre aparato e sociedade), no que tange as características do funcionamento e utilização dos *airbags*, na esfera do desenvolvimento tecnológico, e 2P (avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões coletivas), ao debater com os alunos seu uso obrigatório ou não diante das consequências de uma colisão com ou sem o *airbag*, presente no escopo das tomadas de decisões.

5.3. CONCEITOS ENVOLVIDOS NO MOVIMENTO RELATIVO

O movimento relativo, apesar de ser um conceito à primeira vista autoexplicativo, pode prover certos entendimentos prévios que nem sempre são coerentes com o aceito cientificamente. Para entendermos o que representa este conceito, primeiro devemos entender o que significa um referencial. Nas palavras de Halliday, Resnick e Walker (2012, p. 75):

Suponha que você veja um pato voando para o norte a 30 km/h. Para um outro pato que esteja voando ao lado do primeiro, o primeiro parece estar parado. Em outras palavras, a velocidade de uma partícula depende do referencial de quem está observando ou medindo a velocidade. Para nossos propósitos, um referencial é um objeto no qual fixamos um sistema de coordenadas. No dia a dia, esse objeto é frequentemente o solo. Assim por exemplo, a velocidade que aparece em uma multa de trânsito é a velocidade do carro em relação ao solo. A velocidade em relação ao guarda de trânsito será diferente se o guarda estiver se movendo enquanto mede a velocidade.

A partir desse exemplo, podemos deduzir que, tomando como bases dois pontos chamados de A e B, ao se movimentarem A e B com velocidade constante em relação um ao outro, um ponto C, ao ter sua velocidade aferida, inevitavelmente apresentará velocidades distintas se medidas adotando como referencial o ponto A e o ponto B. Isso ocorre devido à velocidade ser relativa ao referencial adotado, podendo ser representado matematicamente da seguinte forma:

$$V_{CA} = V_{CB} + V_{BA} \text{ (Equação 13),}$$

onde V_{CA} é a velocidade medida no referencial A, V_{CB} é a velocidade medida no referencial B e V_{BA} é a velocidade do referencial B em relação ao referencial A.

Considerando a aceleração, Halliday, Resnick e Walker (2012, p. 76) esclarecem que: “A aceleração de uma partícula medida por observadores em referenciais que se movem em velocidade constante um em relação ao outro é exatamente a mesma”, ou seja:

$$a_{CA} = a_{CB} \text{ (Equação 14)}$$

5.3.1. Artigos que se enquadram na categoria “Movimento relativo”

Nesta categoria, foram destacados seis artigos, compostos por 18 incisos, quatro parágrafos e quinze alíneas, que vislumbram a presença do conceito de movimento relativo em suas estruturas, mesmo que de forma tácita. Seu teor foca em prover um tráfego seguro entre os usuários do trânsito nacional, vislumbrando respeito e atenção ao movimento de dois corpos transitando nas vias e que possuem percepções distintas das velocidades entre eles, apresentando referenciais diferentes e assim velocidades distintas de acordo com o condutor que observa.

Ao constatar o conceito de momento como elemento primordial em sua formulação e regulamentação, nós destacamos este item como essencial e relevante, devendo ser considerado na conduta dos transeuntes viários para a prevenção de acidentes.

Considerando as características desta categoria, foram encontrados seis artigos do CTB (BRASIL, 1997), sendo os de números 29, 30, 34, 35, 62 e 69, apresentados a seguir.

O artigo 29, constituído por 13 incisos, 15 alíneas e quatro parágrafos, apesar de extenso, visa de forma inaugural a esta categoria agregar as preocupações quanto aos distanciamentos adequados, ultrapassagens, condutas de deslocamento a determinados seguimentos das vias e exceções de determinados carros provedores de serviços à comunidade, devidamente sinalizados, a fim de preservar todos os usuários. Por sua vez, artigo 30, composto por dois incisos e um parágrafo, assim como o artigo 34, denota a importância e o cuidado ao realizar uma manobra de ultrapassagem, evitando-se qualquer mudança em sua aceleração, orientando os condutores a terem uma atenção redobrada nas condições das vias, ao realizar ou sofrer manobras de ultrapassagem de outros veículos, conforme abaixo:

Art. 29. O trânsito de veículos nas vias terrestres abertas à circulação obedecerá às seguintes normas:

I - a circulação far-se-á pelo lado direito da via, admitindo-se as exceções devidamente sinalizadas;

II - o condutor deverá guardar distância de segurança lateral e frontal entre o seu e os demais veículos, bem como em relação ao bordo da pista, considerando-se, no momento, a velocidade e as condições do local, da circulação, do veículo e as condições climáticas;

III - quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem:

a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela;

b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela;

c) nos demais casos, o que vier pela direita do condutor;

IV - quando uma pista de rolamento comportar várias faixas de circulação no mesmo sentido, são as da direita destinadas ao deslocamento dos veículos mais lentos e de maior porte, quando não houver faixa especial a eles destinada, e as da esquerda, destinadas à ultrapassagem e ao deslocamento dos veículos de maior velocidade;

V - o trânsito de veículos sobre passeios, calçadas e nos acostamentos, só poderá ocorrer para que se adentre ou se saia dos imóveis ou áreas especiais de estacionamento;

VI - os veículos precedidos de batedores terão prioridade de passagem, respeitadas as demais normas de circulação;

VII - os veículos destinados a socorro de incêndio e salvamento, os de polícia, os de fiscalização e operação de trânsito e as ambulâncias, além de prioridade de trânsito, gozam de livre circulação, estacionamento e parada, quando em serviço de urgência

e devidamente identificados por dispositivos regulamentares de alarme sonoro e iluminação vermelha intermitente, observadas as seguintes disposições:

- a) quando os dispositivos regulamentares de alarme sonoro e iluminação intermitente estiverem acionados, indicando a proximidade dos veículos, todos os condutores deverão deixar livre a passagem pela faixa da esquerda, indo para a direita da via e parando, se necessário; (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)
- b) os pedestres, ao ouvirem o alarme sonoro ou avistarem a luz intermitente, deverão aguardar no passeio e somente atravessar a via quando o veículo Por sua vez tiver passado pelo local; (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)
- c) o uso de dispositivos de alarme sonoro e de iluminação vermelha intermitente só poderá ocorrer quando da efetiva prestação de serviço de urgência;
- d) a prioridade de passagem na via e no cruzamento deverá se dar com velocidade reduzida e com os devidos cuidados de segurança, obedecidas as demais normas deste Código;
- e) as prerrogativas de livre circulação e de parada serão aplicadas somente quando os veículos estiverem identificados por dispositivos regulamentares de alarme sonoro e iluminação intermitente; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)
- f) a prerrogativa de livre estacionamento será aplicada somente quando os veículos estiverem identificados por dispositivos regulamentares de iluminação intermitente; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

VIII - os veículos prestadores de serviços de utilidade pública, quando em atendimento na via, gozam de livre parada e estacionamento no local da prestação de serviço, desde que devidamente sinalizados, devendo estar identificados na forma estabelecida pelo CONTRAN;

IX - a ultrapassagem de outro veículo em movimento deverá ser feita pela esquerda, obedecida a sinalização regulamentar e as demais normas estabelecidas neste Código, exceto quando o veículo a ser ultrapassado estiver sinalizando o propósito de entrar à esquerda;

X - todo condutor deverá, antes de efetuar uma ultrapassagem, certificar-se de que:

- a) nenhum condutor que venha atrás haja começado uma manobra para ultrapassá-lo;
- b) quem o precede na mesma faixa de trânsito não haja indicado o propósito de ultrapassar um terceiro;
- c) a faixa de trânsito que vai tomar esteja livre numa extensão suficiente para que sua manobra não ponha em perigo ou obstrua o trânsito que venha em sentido contrário;

XI - todo condutor ao efetuar a ultrapassagem deverá:

- a) indicar com antecedência a manobra pretendida, acionando a luz indicadora de direção do veículo ou por meio de gesto convencional de braço;
- b) afastar-se do usuário ou usuários aos quais ultrapassa, de tal forma que deixe livre uma distância lateral de segurança;
- c) retomar, após a efetivação da manobra, a faixa de trânsito de origem, acionando a luz indicadora de direção do veículo ou fazendo gesto convencional de braço, adotando os cuidados necessários para não pôr em perigo ou obstruir o trânsito dos veículos que ultrapassou;

XII - os veículos que se deslocam sobre trilhos terão preferência de passagem sobre os demais, respeitadas as normas de circulação.

XIII - (VETADO). (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

§ 1º As normas de ultrapassagem previstas nas alíneas *a* e *b* do inciso X e *a* e *b* do inciso XI aplicam-se à transposição de faixas, que pode ser realizada tanto pela faixa da esquerda como pela da direita.

§ 2º Respeitadas as normas de circulação e conduta estabelecidas neste artigo, em ordem decrescente, os veículos de maior porte serão sempre responsáveis pela segurança dos menores, os motorizados pelos não motorizados e, juntos, pela incolumidade dos pedestres.

§ 3º Compete ao Contran regulamentar os dispositivos de alarme sonoro e iluminação intermitente previstos no inciso VII do **caput** deste artigo. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

§ 4º Em situações especiais, ato da autoridade máxima federal de segurança pública poderá dispor sobre a aplicação das exceções tratadas no inciso VII do **caput** deste artigo aos veículos oficiais descaracterizados. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

Art. 30. Todo condutor, ao perceber que outro que o segue tem o propósito de ultrapassá-lo, deverá:

I - se estiver circulando pela faixa da esquerda, deslocar-se para a faixa da direita, sem acelerar a marcha;

II - se estiver circulando pelas demais faixas, manter-se naquela na qual está circulando, sem acelerar a marcha.

Parágrafo único. Os veículos mais lentos, quando em fila, deverão manter distância suficiente entre si para permitir que veículos que os ultrapassem possam se intercalar na fila com segurança.

Art. 34. O condutor que queira executar uma manobra deverá certificar-se de que pode executá-la sem perigo para os demais usuários da via que o seguem, precedem ou vão cruzar com ele, considerando sua posição, sua direção e sua velocidade.

No artigo 29 está implícito o conceito de movimento relativo em diferentes deslocamentos nas vias ao serem adotados diversos referenciais conforme o desenrolar das situações e a natureza dos veículos transeuntes. Tal como nos artigos 30 e 34 interpretamos uma possível abordagem da essência do movimento relativo e sua importância ao propiciar um trânsito seguro, caracterizada pela elucidação que a velocidade varia de acordo com o referencial, mostrando uma percepção distinta do outro condutor ao se adotar referenciais diferentes, usando-se assim uma padronização na condução dos automotores, a fim de prevenir possíveis acidentes com a percepção tardia da alteração da velocidade e direção.

Nossa sugestão, dada a natureza similar entre os três artigos em que ocorrem situações de ultrapassem de veículos em movimento, corresponde à promoção de uma atividade em que as carteiras sejam afastadas para as extremidades da sala de aula e usando alunos como observadores atuando como distintos tipos de veículos (carro, moto, caminhão e pedestre), mediar suas ações de formação e posicionamento, solicitando que os discentes opinem sobre os diferentes referenciais e da necessidade ou não da padronização na circulação dos veículos, com a utilização de uma clara sinalização quando ocorrer mudança de direção, tendo em vista que os referenciais são diferentes, assim como a percepção de cada usuário, indicando se essas ações ocasionam maior segurança ou não no trânsito.

A seguir, baseado no experimento mental de Albert Einstein, solicitar que os alunos se imaginem em um trem em movimento enquanto são observados por uma pessoa parada em uma estação de trem. Com a idealização dessa situação, o professor pode promover um debate com os alunos frente à percepção de espaço e tempo que os dois personagens estão envolvidos (um em movimento no trem e outro parado na estação), mediando de forma a conduzir os alunos a se questionarem se existem elementos perceptivos que os indivíduos em movimento no trem e o outro parado na estação identificam. Ou se a percepção de tempo não se altera, pedindo que expressem sua opinião, mas incluam também sua justificativa baseada em seu conhecimento científico atual e qual é o impacto direto na sociedade atual. Para finalizar a atividade, o professor, munido das impressões iniciais dos alunos e suas justificativas, pode abordar a partir do que foi apresentado até o momento a teoria apresentada por Albert Einstein para que compreendam a relatividade dos conceitos de espaço e tempo.

Assim, nesta sugestão, trabalhamos a abordagem 3P (discutir problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e Tecnologia envolvendo decisões coletivas), ao desafiar os alunos a se questionarem sobre a existência ou não de diferenças em sua percepção de espaço/tempo, observarem como isso afeta sua compreensão do mundo e refletirem quais são os benefícios e malefícios à sociedade, atrelado ao 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), uma vez que eles podem aferir a importância dos elementos físicos envolvidos, apontados explicitamente pelo professor ao final da atividade.

O artigo 35 versa sobre a sinalização do deslocamento lateral e as medidas indicativas possíveis a serem adotadas para uma ação segura, conforme abaixo:

Art. 35. Antes de iniciar qualquer manobra que implique um deslocamento lateral, o condutor deverá indicar seu propósito de forma clara e com a devida antecedência, por meio da luz indicadora de direção de seu veículo, ou fazendo gesto convencional de braço.

Na análise desse artigo, podemos inferir que a velocidade de um automóvel se modifica, levando em conta como referencial outro veículo que transita na mesma via, propiciando percepções distintas no que se refere à distância aparente que cada condutor tem do outro veículo, provendo assim, ao nosso entendimento, a evidência de conceitos do movimento relativo. Esse artigo do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) estabelece uma regra

para os condutores de veículos que pretendem realizar manobras laterais, como mudar de faixa ou entrar em uma estrada secundária. De acordo com o artigo, antes de iniciar qualquer manobra lateral, o condutor deve indicar claramente seu propósito, com antecedência suficiente, utilizando a luz indicadora de direção do veículo ou fazendo um gesto convencional de braço, visando garantir a segurança dos demais usuários da via e evitar acidentes

Nossa sugestão nesse artigo parte do pressuposto que os alunos aprenderam os conceitos do movimento relativo e, nessa fase inicial, pode-se apresentar o artigo 35 do CTB e promover um debate sobre a importância do movimento relativo no contexto da direção segura e como ele se relaciona com o artigo em questão, solicitando que compartilhem suas opiniões e experiências pessoais sobre o assunto. A seguir, o professor pode dividir os alunos em grupos, pedindo que realizem uma atividade prática simulando situações de trânsito em que é necessário realizar manobras laterais e indicar suas intenções com antecedência. Pode-se também solicitar que eles observem e analisem as ações dos colegas, discutam as diferentes abordagens e reflitam sobre como podem aplicar e melhorar suas habilidades de direção. Na conclusão do assunto, é importante propiciar a reflexão dos alunos sobre o que aprenderam e como podem aplicar esses conhecimentos na vida real para ser um motorista mais seguro e consciente.

Dessa forma, nessa sugestão, exploramos o enfoque CTS mediante a abordagem 2P (avaliação de pontos positivos e negativos associados ao tema envolvendo decisões individuais e situações específicas), da participação social, durante as ações da atividade prática, podendo esses debates e reflexões sobre o artigo 35 do CTB influenciar as ações dos alunos. Também é possível a abordagem 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), da racionalidade científica, ao mostrar a conexão entre o conceito físico e o artigo 35 do CTB, trazendo a Física para o entorno dos alunos e, por fim, a abordagem 5D (discutir a necessidade de adequações sociais), do desenvolvimento tecnológico, ao trabalharmos o uso de um veículo automotor e a necessidade de realizarmos ultrapassagens seguras, aproveitando os benefícios que os veículos oferecem sem comprometer a segurança dos condutores e sem causar acidentes.

O artigo 62 aborda o perigo em transitar sob velocidade inferior em demasia ao estipulado pela via e o artigo 69, formado por três incisos e quatro alíneas, regulamenta a

conduta dos pedestres ao realizarem travessias por pistas de rolamento, como a designação de um distanciamento mínimo entre um veículo e o pedestre para cruzá-la, assim como outras medidas que visam preservar a integridade física destes, promovendo diretrizes que minimizem o risco de atropelamentos, conforme relatado abaixo:

Art. 62. A velocidade mínima não poderá ser inferior à metade da velocidade máxima estabelecida, respeitadas as condições operacionais de trânsito e da via.

Art. 69. Para cruzar a pista de rolamento o pedestre tomará precauções de segurança, levando em conta, principalmente, a visibilidade, a distância e a velocidade dos veículos, utilizando sempre as faixas ou passagens a ele destinadas sempre que estas existirem numa distância de até cinquenta metros dele, observadas as seguintes disposições:

I - onde não houver faixa ou passagem, o cruzamento da via deverá ser feito em sentido perpendicular ao de seu eixo;

II - para atravessar uma passagem sinalizada para pedestres ou delimitada por marcas sobre a pista:

a) onde houver foco de pedestres, obedecer às indicações das luzes;

b) onde não houver foco de pedestres, aguardar que o semáforo ou o agente de trânsito interrompa o fluxo de veículos;

III - nas interseções e em suas proximidades, onde não existam faixas de travessia, os pedestres devem atravessar a via na continuação da calçada, observadas as seguintes normas:

a) não deverão adentrar na pista sem antes se certificar de que podem fazê-lo sem obstruir o trânsito de veículos;

b) uma vez iniciada a travessia de uma pista, os pedestres não deverão aumentar o seu percurso, demorar-se ou parar sobre ela sem necessidade.

O artigo 62 nos mostra potenciais riscos em transitar com velocidades relativamente baixas das normatizadas, uma vez que trafegar com velocidade inferior à metade daquela regularizada na via pode gerar possíveis colisões traseiras. Essa ação pode dificultar que a frenagem seja feita em tempo hábil, apontando a presença dos conceitos do movimento relativo, o que se agrava em pistas de fluxo intenso e trânsito rápido. Também há a possibilidade de se abordar o conteúdo colisões em virtude da aproximação ou de um aparente movimento retrógrado de um veículo em baixa velocidade.

No artigo 69, podemos abstrair a preocupação com a presença simultânea de veículos e pedestres por pistas de rolamento e com a travessia segura das pessoas, levando em conta que ambos, veículo e pedestre, possuem características e percepções por seus referenciais distintos ao se vislumbrar a sua velocidade de deslocamento e seu tempo de reação. Esse contexto propicia diversas situações de acordo com o referencial adotado, seja no papel de pedestre ou de motorista, interpondo-se às medidas redigidas neste artigo como um ponto

crucial a ser levado em consideração para resguardar a segurança dos pedestres pelas pistas de rolamento, favorecendo o estudo do movimento relativo,

Nossa sugestão na abordagem desses artigos prevê a criação de uma mesa redonda com os alunos sobre o risco de não apenas transitar em altas velocidades, mas também de se perceber o risco em transitar em velocidades muito abaixo da legalizada, ampliando essa reflexão com o intuito de aprofundar os aspectos do homem e da máquina, semeando um terreno onde a segurança seja o foco para pedestres e motorizados no trânsito brasileiro. É importante que os alunos sejam incentivados a apresentarem suas concepções pessoais sobre o assunto, e que o professor guie essa discussão de forma a gerar evidências dos conceitos físicos do movimento relativo e dos possíveis motivos que podem levar os condutores a transgredirem as regras normatizadas nesses artigos, emergindo dos alunos sugestões e estratégias que evidenciem a importância do cumprimento dos artigos elencados para um tráfego seguro e com minimização de possíveis acidentes, sintetizando essas ideias conjuntas por escrito e entregando a seus familiares como tarefa adicional.

Nessa sugestão, trabalhamos a abordagem 3P (discutir problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e da Tecnologia envolvendo decisões coletivas), provida pelo debate sobre o contexto e a motivação das pessoas transitarem acima dos limites de velocidade. Também é oportuno abordar os automóveis como aparato tecnológico apresentando benefícios como um deslocamento mais rápido, podendo percorrer distâncias maiores, e malefícios decorrentes do uso inadequado, como dirigir a uma velocidade muito abaixo da regulamentada. Trabalhamos, ainda, a abordagem 4P (Identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão), pois além de os alunos argumentarem e sugerirem ações e estratégias durante a discussão final da aula, eles podem encaminhar aos familiares suas ideias, criando um mecanismo para a reflexão dos adultos responsáveis sobre o tema, conscientizando-os de que, mesmo visando claramente a segurança dos usuários de transportes viários, ainda assim alguns indivíduos transgridam conscientemente essa normativa.

5.4. O CONCEITO DE MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

Para entendermos o que significa o Movimento Uniformemente Variado (MRU), primeiramente devemos entender do que se trata o Movimento Uniforme (MU). Segundo Ramalho Junior, Ferraro e Soares (2007), o MU trata dos movimentos que possuam velocidade escalar instantânea constante, em que distâncias são percorridas de forma igualitária em mesmos intervalos de tempo. Vendo a ideia de forma algébrica temos:

$$v = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{Equação 15}), \text{ onde } v \text{ é a velocidade escalar instantânea, } V_m \text{ a}$$

velocidade média. Δs o espaço percorrido e Δt o tempo transcorrido.

Isso implica que a velocidade escalar instantânea será constante e igual à velocidade média em qualquer intervalo de tempo, de modo que a função horária do movimento uniforme é representada da seguinte forma, a partir da Equação 15:

$$v = \frac{s - s_0}{t - 0} \quad (\text{Equação 16})$$

$$v * t = s - s_0 \quad (\text{Equação 17})$$

$$s = s_0 + vt \quad (\text{Equação 18})$$

Ainda segundo Ramalho Junior, Ferraro e Soares (2007), MVU são os movimentos que possuem uma aceleração escalar constante e diferente de zero, apresentando aceleração escalar coincidente com a aceleração média em qualquer tempo apresentado, ou seja:

$$a = a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (\text{Equação 19}), \text{ onde } a \text{ é a aceleração escalar, } a_m \text{ é a aceleração média,}$$

Δv a diferença entre a velocidade final e a inicial e Δt o tempo transcorrido.

Partindo de que em v_0 , a velocidade inicial, $t = 0$, podemos deduzir assim a função horária da velocidade do MVU a partir da Equação 19:

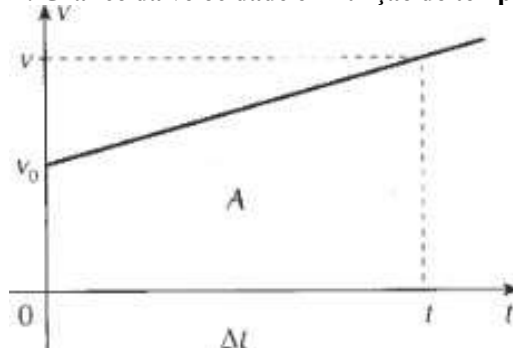
$$a = \frac{v - v_0}{t - 0} \quad (\text{Equação 20})$$

$$a * t = v - v_o \text{ (Equação 21)}$$

$$v = v_0 + at \text{ (Equação 22)}$$

Porém, se faz necessário levar em conta o espaço percorrido para uma análise completa deste movimento, o qual pode ser obtido através do gráfico da velocidade em função do tempo do MUV, mostrado na Figura 11:

Figura 11: Gráfico da velocidade em função do tempo



Fonte: Ramalho Junior, Ferraro e Soares (2007, p. 95)

Podemos observar que a área denominada A possui a forma de um trapézio e, portanto, sua área corresponde a:

$$A = \frac{(v + v_0)}{2} * \Delta t \text{ (Equação 23)}$$

É também possível observar que:

$$\Delta t = t - t_0 = t - 0 = t \text{ (Equação 24)}$$

Agora, substituindo v obtido na Equação 22 e Δt da Equação 24, obtemos que:

$$A = \frac{(v_0 + at + v_0)}{2} * t \text{ (Equação 25)}$$

$$A = v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \text{ (Equação 26)}$$

Levando em conta que a área pode ser considerada como a variação do espaço ΔS , obtemos a função horária do espaço do MUV substituindo, na Equação 26, da seguinte forma:

$$S - S_0 = v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \text{ (Equação 27)}$$

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \text{ (Equação 28)}$$

Em suma, o que difere o MU e o MUV basicamente é que no primeiro a velocidade é constante, enquanto no segundo termo a velocidade varia uniformemente, ao longo do tempo.

5.4.1 Artigos que se enquadram na categoria “Movimento Uniformemente Variado”

Antes de abordarmos propriamente o conceito do MUV, se faz necessária a introdução de um termo importante para apontarmos a presença do conceito de tempo de reação na formulação dos artigos das leis reguladoras do trânsito nacional. Segundo Silva Junior (2013):

O tempo de reação é o intervalo de tempo existente entre a geração de um estímulo visual, audível, etc., e a ação motora. Esse tempo gira em torno de valores que correspondem a milésimos de segundos e depende de fatores como o estado emocional, o sexo (os homens são mais rápidos), idade, condicionamento físico e nível cognitivo (...)

O tempo gasto para reagir a um estímulo influencia diversas situações cotidianas, como o trânsito. Ao ver um obstáculo à frente ou ao perceber qualquer outro estímulo, antes que o freio seja acionado, o cérebro do motorista precisa processar a informação e gerar a contração muscular que acionará os freios. O tempo gasto para isso ocorrer corresponde ao tempo de reação. Enquanto esse processo ocorre, o carro continua seu deslocamento.

No artigo 42 é apresentada a importância de evitar frenagens repentinas, sem aviso prévio, salvo em situações críticas e no artigo 44 denota a prudência que deve ser adotada pelos condutores veiculares ao se aproximarem de cruzamentos, mantendo velocidade moderada. Esses dois artigos são dispostos na íntegra a seguir:

Art. 42. Nenhum condutor deverá frear bruscamente seu veículo, salvo por razões de segurança.

Art. 44. Ao aproximar-se de qualquer tipo de cruzamento, o condutor do veículo deve demonstrar prudência especial, transitando em velocidade moderada, de forma que possa deter seu veículo com segurança para dar passagem a pedestre e a veículos que tenham o direito de preferência.

Nesses artigos, identificamos a presença dos preceitos do movimento uniformemente variado, interpretados por nós de forma explícita ao ser abordada a utilização dos freios em ambos os artigos. O artigo 42 ressalta o zelo com o freio para que não seja utilizado de forma brusca e, no artigo 44, vemos a orientação da adoção de velocidade moderada, as quais podem possibilitar possíveis frenagens com segurança. Essas medidas devem ser adotadas para promover um tempo de reação hábil aos condutores para que evitem colisões e atropelamentos, levando em conta que quanto maior a velocidade do veículo maior a distância que o carro percorre até parar totalmente após a frenagem.

Nesse cenário, nossa sugestão é que o professor ministre uma aula expositiva dialogada, tendo como foco central a distância de segurança ideal para que exista o tempo de reação adequado para se evitar qualquer tipo de dano aos veículos; a priori adotando-se as situações idealizadas, conforme versa o MUV, em que, para facilitar os cálculos, normalmente são desprezados, por exemplo, conceitos como o atrito, resistência do ar, materiais, dimensões e massa dos veículos, condições climáticas. Em uma segunda etapa, o docente deve apresentar os cálculos levando em consideração situações reais, levando em conta os elementos elencados e desprezados anteriormente. É possível promover um debate acerca dos diferentes dados obtidos, considerando-se como a dissociação da realidade nesse tema impacta o comportamento dos membros da sociedade em geral, realizando comparativos com os dados obtidos levando em consideração essas “variáveis reais” e suas versões idealizadas.

Essa etapa é de suma importância, porque, embora a simplificação possa ser necessária em alguns casos, é importante que os professores sejam conscientes do impacto que essa simplificação pode ter na compreensão dos alunos sobre o mundo real. Os alunos devem ser incentivados a questionar e a buscar um entendimento mais profundo dos conceitos, para que possam estar preparados para lidar com situações mais complexas na vida real

Com relação à Educação CTS, essa sugestão se encaixa nos parâmetros 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), do desenvolvimento das percepções, mediante uma aula expositiva dialogada, que aborda a distância segura entre os veículos com conceitos do MUV e 3P (discutir problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e da Tecnologia envolvendo decisões coletivas), da participação social, ao estimular os alunos a debaterem as implicações que a não consideração de condições reais impacta no conhecimento adquirido e na formação como cidadão dos alunos.

O artigo 61 composto por dois incisos, sete alíneas e dois parágrafos, tem como objetivo regulamentar as velocidades máximas nas diversas vias terrestres, salvo quando existe sinalização específica a determinado trecho.

Art. 61. A velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas suas características técnicas e as condições de trânsito.

§ 1º Onde não existir sinalização regulamentadora, a velocidade máxima será de:

I - nas vias urbanas:

- a) oitenta quilômetros por hora, nas vias de trânsito rápido;
- b) sessenta quilômetros por hora, nas vias arteriais;
- c) quarenta quilômetros por hora, nas vias coletoras;
- d) trinta quilômetros por hora, nas vias locais;

II - nas vias rurais:

a) nas rodovias de pista dupla: (Redação dada pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

1. 110 km/h (cento e dez quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas; (Redação dada pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos; (Redação dada pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

3. (revogado); (Redação dada pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

b) nas rodovias de pista simples: (Redação dada pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

1. 100 km/h (cem quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas; (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos; (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

c) nas estradas: 60 km/h (sessenta quilômetros por hora). (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

§ 2º O órgão ou entidade de trânsito ou rodoviário com circunscrição sobre a via poderá regulamentar, por meio de sinalização, velocidades superiores ou inferiores àquelas estabelecidas no parágrafo anterior.

Nesse artigo podemos associar a adoção de velocidades máximas em cada via com elementos do MUV, sendo adotadas características distintas de acordo com a via. Essas diretrizes levam em conta situações como o fluxo de carros e a presença de pedestres, em que

a velocidade pode demandar um tempo de reação maior e uma distância proporcionalmente maior para frenagens emergenciais, tentando assim minimizar os riscos.

Nesse artigo, sugerimos que o professor explore o tema do deslocamento em diferentes velocidades regulamentares, que variam de 30 km/h a 110 km/h, por meio de um debate com os alunos. Durante esse debate, os alunos podem ser incentivados a discutir e a analisar os tempos de frenagem para cada velocidade e os cálculos envolvidos. O objetivo principal é incentivar a participação dos alunos nesse processo de aprendizado, de forma a promover a compreensão da relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Ao final do debate, o professor pode apresentar possíveis aumentos ou diminuições dessas velocidades em cada uma das vias descritas no artigo, a fim de discutir as implicações práticas que essas variações poderiam acarretar e o impacto que teriam no aumento ou na diminuição de possíveis acidentes. O foco deve ser sempre a segurança dos usuários e como a ciência e a tecnologia podem ser utilizadas para que esse objetivo seja alcançado. A ideia é que os alunos entendam a relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, bem como a importância de se aplicar o conhecimento científico para melhorar a vida das pessoas.

Com relação à Educação CTS, a sugestão mencionada está relacionada a dois parâmetros específicos. O primeiro parâmetro é o 1R, (explicitar a presença da Ciência no mundo), do desenvolvimento das percepções dos alunos, com a realização de comparativos interativos sobre o impacto que a alteração da velocidade ocasiona em cada caso. Esses comparativos podem incluir, por exemplo, o tempo de frenagem, e 3P (discutir problemas, impactos e transformações sociais da Ciência e da Tecnologia envolvendo decisões coletivas), da participação social, ao estimular os alunos a debaterem as implicações que o desrespeito das velocidades regulamentadas pode causar, especialmente em termos de segurança para motoristas e pedestres.

5.5 OS CONCEITOS ASSOCIADOS À ÓPTICA

De maneira simplificada, podemos definir Óptica como um ramo na Física que estuda os fenômenos envolvendo a luz e suas interações com a matéria. Agora, tratando de maneira mais formal, observemos as palavras de Young e Freedman (2008, p. 1):

A cor azul dos lagos, o ocre dos desertos, o verde das florestas e as diversas cores de um arco-íris podem ser apreciados por qualquer um que tenha olhos para ver. Contudo, estudando um ramo da Física chamado ótica, que trata de comportamento da luz e de outras ondas eletromagnéticas, podemos apreciar de modo mais profundo o mundo visível. O conhecimento das propriedades da luz nos permite explicar por que o céu é azul, além de entender o funcionamento do olho humano e de dispositivos como telescópios, microscópios, câmeras e óculos. Os mesmos princípios da ótica desempenham, também, papel preponderante em muitas inovações modernas, como o laser, a fibra ótica, os hologramas, os computadores óticos e as novas técnicas para obter imagens médicas.

Como todo ramo da Física, a Óptica tem uma variedade de utilizações e abrangências, assim como uma rica construção histórica para fomentar os conceitos hoje teorizados e aceitos. Neste trabalho, iremos focar nos conhecimentos acerca do funcionamento do olho humano e sua relação com a luz. Vale salientar que, apesar da natureza de dualidade que a luz apresenta, ora como partícula, ora como onda, nesta pesquisa, destacaremos o seu caráter ondulatório. Logo a seguir, podemos vislumbrar uma visão geral acerca do princípio de funcionamento dos olhos, pelas palavras de Bear, Connors e Paradiso (2017, p. 294):

O sistema visual dos mamíferos começa pelo olho. No fundo deste órgão, encontra-se a retina, a qual contém fotorreceptores especializados na conversão de energia luminosa em atividade neural. A cavidade do olho atua como uma câmera fotográfica, projetando imagens nítidas do mundo sobre a retina. Como uma câmera, o olho ajusta-se automaticamente às diferenças de iluminação e focaliza automaticamente objetos de interesse. O olho também pode rastrear objetos de interesse (por movimentos oculares) e manter limpas as suas superfícies transparentes (por meio das lágrimas e do piscar dos olhos).

A Figura 12 ilustra a estrutura ocular e o caminho que a luz percorre nos olhos:

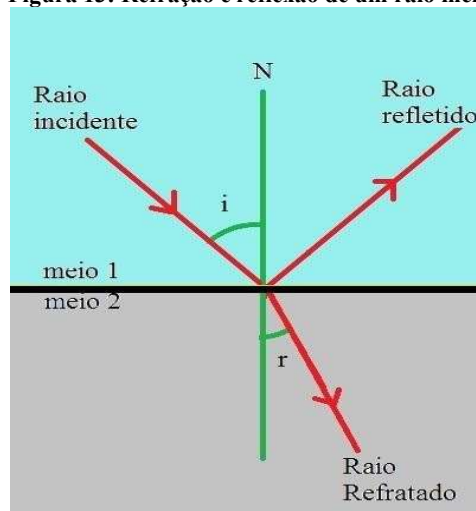
Figura 12: O caminho da luz nos olhos.



Fonte: <https://marcelocreppe.com.br/aprenda-como-funciona-a-capacidade-da-visao/>

Antes de prosseguirmos, dois conceitos devem estar bem delineados para o entendimento da propagação da luz, o de refração e o de reflexão. Analisemos a Figura 13 para entendermos seus elementos:

Figura 13: Refração e reflexão de um raio incidente.



Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/reflexao-e-refracao-da-luz.htm>

Tomando como base a Figura 13, consideremos o raio incidente seja um feixe de luz de uma lanterna, o meio um como sendo o ar e o meio dois como a água. Ao se direcionar a lanterna em direção água, parte dessa luz proverá a impressão que foi rebatida pela superfície da água, seguindo para o lado direito e para cima; podemos dizer assim que o raio de luz foi refletido pela superfície. A parte remanescente dessa luz seguirá em direção ao interior da água, dirigindo-se para a direita e para baixo, de modo que, desde que a incidência não seja normal, altera seu ângulo de propagação, sofrendo assim refração.

Retratando de maneira mais formal, segundo Halliday e Resnick (2012), a lei de reflexão tem a seguinte característica: “O raio refletido está no plano de incidência e tem ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência”, ou seja:

$$\theta'_1 = \theta_1 \quad (\text{Equação 29})$$

No que versa acerca da lei de refração, Halliday e Resnick (2012) relatam que: “O raio refratado está no plano de incidência e tem ângulo de refração θ_2 relacionado ao ângulo de incidência θ_1 ” por meio da Lei de Snell:

$n_2 \text{ sen } \theta_2 = n_1 \text{ sen } \theta_1$ (Equação 30), onde n_1 e n_2 são os índices de refração dos meios materiais.

A partir do esclarecimento desses dois conceitos, voltemos ao olho humano e com isso prosseguiremos explanando acerca da formação das imagens que compõem nossa visão, descrito minuciosamente por Bear, Connors e Paradiso (2017, p. 299-300):

O olho coleta raios de luz emitidos ou refletidos por objetos no ambiente e os focaliza sobre a retina, formando imagens. A focalização dos objetos é produto da combinação dos poderes de refração da córnea e do cristalino. Pode sersurpreendente saber que é a córnea, e não o cristalino, a lente responsável pela maiorparte do poder de refração de seus olhos. A razão disso é que a luz atinge o olho ao se propagar pelo ar, e a córnea é predominantemente constituída por água. A refração ocorre, em boa parte, porque a luz viaja significativamente mais devagar na

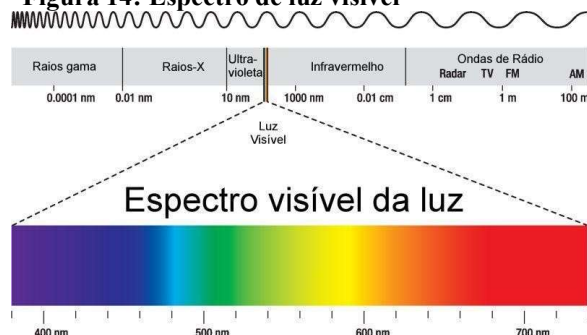
água do que no ar. Em comparação, menos refração é produzida pelo cristalino, uma vez que a sua constituição aquosa não difere muito da dos humores aquoso e vítreo.

Por sua vez, outro ponto a ser salientando é a percepção das cores por nossos olhos. De maneira bem sucinta, dentro do espectro visível das ondas eletromagnéticas, “enxergamos” apenas por meio de três receptores com comprimentos de onda distintos (verde, azul e vermelho). Retratando de maneira mais adequada, Bear, Connors e Paradiso (2017, p. 316) apontam que:

As cores que percebemos são determinadas principalmente pelas contribuições relativas de cada tipo de cone (para comprimentos de onda curtos, médios e longos) para o sinal na retina. O fato de que nosso sistema visual detecta as cores dessa forma foi, na verdade, predito mais de 200 anos atrás pelo físico britânico Thomas Young. Young mostrou, em 1802, que cada cor do arco-íris, incluindo o branco, poderia ser criada pela mistura de uma proporção adequada de luz vermelha, verde e azul. Ele propôs, quase corretamente, que na retina existe um conjunto de três tipos de receptores, cada tipo apresentando sensibilidade máxima a um diferente espectro de comprimentos de onda. As ideias de Young foram posteriormente defendidas por um influente fisiologista alemão do século XIX, Hermann von Helmholtz. (Entre as suas realizações está a invenção do oftalmoscópio, em 1851.) Essa concepção acerca da visão das cores veio a ser conhecida como teoria tricromática de Young- Helmholtz. De acordo com essa teoria, o encéfalo atribui cores com base em uma comparação da leitura (fotométrica) dos três tipos de cones. Quando todos os tipos de cones são igualmente ativos, como no caso da luz de amplo espectro, percebemos “branco”. Novas cores surgem de outras misturas. Por exemplo, a cor de laranja é uma mistura de vermelho e amarelo, e parece, de certo modo, vermelho, amarelo (vermelho, cor de laranja e amarelo são vizinhos no espectro de cores). Observe, contudo, que algumas misturas de cores são diferentes na sua percepção: nenhuma cor parece simultaneamente vermelha e verde ou azul e amarelo (e essas cores “opponentes” não são vizinhas no espectro de cores).

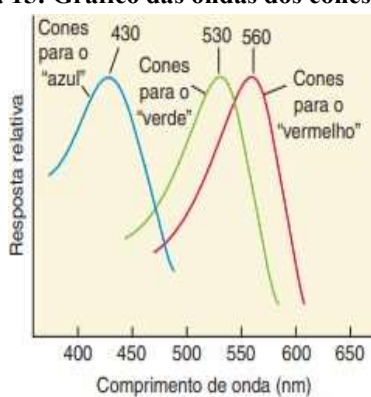
Nas Figuras 14, 15 e 16, a seguir, são ilustrados o espectro de luz visível, o gráfico de onda dos cones receptores e a representação das cores primárias combinadas, respectivamente.

Figura 14: Espectro de luz visível



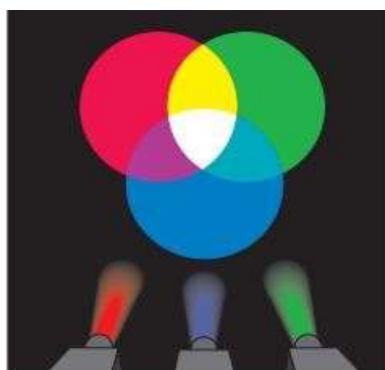
Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>

Figura 15: Gráfico das ondas dos cones receptores



Fonte: Bear, Connors e Paradiso (2017, p. 313).

Figura 16: Representação das três cores combinadas.



Fonte: Bear, Connors e Paradiso (2017, pg. 313).

5.5.1 Os artigos que se enquadram na categoria “Óptica”

Nesta categoria, foram encontrados quatro artigos constituídos de 16 incisos, seis parágrafos e quatro alíneas, com grande predominância e enfoque nas formas de sinalização prévias e no movimento para um fluxo de trânsito seguro. Abaixo, seguem em sua totalidade os artigos 40, 80, 87 e 111, os quais compõem esta categoria.

O artigo 40 destaca ao longo de sete incisos, dois parágrafos e duas alíneas, a normatização da utilização das luzes veiculares de forma adequada, seja na condução do veículo com os faróis acesos ou mesmo em caso de sinalização emergencial.

Art. 40. O uso de luzes em veículo obedecerá às seguintes determinações:

I - o condutor manterá acesos os faróis do veículo, por meio da utilização da luz baixa: (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

a) à noite; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

b) mesmo durante o dia, em túneis e sob chuva, neblina ou cerração; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

II - nas vias não iluminadas o condutor deve usar luz alta, exceto ao cruzar com outro veículo ou ao segui-lo;

III - a troca de luz baixa e alta, de forma intermitente e por curto período de tempo, com o objetivo de advertir outros motoristas, só poderá ser utilizada para indicar a intenção de ultrapassar o veículo que segue à frente ou para indicar a existência de risco à segurança para os veículos que circulam no sentido contrário;

IV - (revogado); (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

V - O condutor utilizará o pisca-alerta nas seguintes situações:

a) em imobilizações ou situações de emergência;

b) quando a regulamentação da via assim o determinar;

VI - durante a noite, em circulação, o condutor manterá acesa a luz de placa;

VII - o condutor manterá acesas, à noite, as luzes de posição quando o veículo estiver parado para fins de embarque ou desembarque de passageiros e carga ou descarga de mercadorias.

§ 1º Os veículos de transporte coletivo de passageiros, quando circularem em faixas ou pistas a eles destinadas, e as motocicletas, motonetas e ciclomotores deverão utilizar-se de farol de luz baixa durante o dia e à noite. (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

§ 2º Os veículos que não dispuserem de luzes de rodagem diurna deverão manter acesos os faróis nas rodovias de pista simples situadas fora dos perímetros urbanos, mesmo durante o dia. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

Em nossa análise, encontramos a presença de elementos físicos relacionados a conceitos da Óptica, preocupando-se em destacar as consequências e vantagens da incidência da luz de maneira segura, mantendo-as obrigatoriamente acesas durante a noite e em casos de baixa visibilidade, evitando-se assim uma possível colisão com outro veículo por não serem

enxergados em tempo hábil pelo olho humano. Vale salientar também a preocupação em saturar a visão com um feixe de luz incidente ao cruzar com outro veículo.

Nossa sugestão nesse artigo visa em compreender as propriedades e os comportamentos da luz, inicialmente incentivando os alunos a exporem suas concepções prévias a respeito do espectro da luz e da proporção em que essas frequências são visíveis ao olho humano. Sequencialmente, apresentar de forma expositiva dialogada os termos científicos e técnicos do tema e solicitar aos discentes que elaborem uma dissertação acerca dos diferentes tipos de faróis existentes, pontuando o que os diferem e baseados nos conceitos expostos, aferirem as consequências de sua emissão constante focada nos olhos humanos, devendo ser pesquisada e entregue no próximo encontro. Ao ser retomado este conteúdo, após a entrega dessa atividade, o professor pode solicitar a opinião dos alunos acerca da importância do artigo em tela, perguntando se realizariam mudanças que ampliariam ou modificariam essa regulamentação de uso e como foi o processo de construção e pesquisa sobre o assunto, sanando possíveis dúvidas que surgiram durante o processo.

No que se refere ao enfoque CTS, a abordagem dessa sugestão se encaixa nos parâmetros 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), inserido no desenvolvimento das percepções, ao realizar uma explanação de maneira expositiva dialogado dos conceitos que permeiam o espectro de luz e suas frequências visíveis ao olho humano e 3D (discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico), presente no desenvolvimento tecnológico, ao estimular os alunos a pesquisarem acerca da construção dos faróis e do comportamento dos feixes de luz, assim como prover subsídios para que os alunos sugiram mudanças que possam otimizar a regulamentação em epígrafe.

O artigo 80, por sua vez, atribui ao CONTRAN à responsabilidade de adequação da sinalização viária de forma que os condutores possam observá-la, para transitar de modo a evitar possíveis acidentes. Por sua vez o artigo 87 apresenta os tipos de sinalização que podem ser utilizados, tal como as faixas horizontais e verticais, luminosas ou sonoras e até mesmo gestuais de autoridades de trânsito.

Art. 80. Sempre que necessário, será colocada ao longo da via, sinalização prevista neste Código e em legislação complementar, destinada a condutores e pedestres, vedada a utilização de qualquer outra.

§ 1º A sinalização será colocada em posição e condições que a tornem perfeitamente visível e legível durante o dia e a noite, em distância compatível com a segurança do trânsito, conforme normas e especificações do CONTRAN.

§ 2º O CONTRAN poderá autorizar, em caráter experimental e por período prefixado, a utilização de sinalização não prevista neste Código.

§ 3º A responsabilidade pela instalação da sinalização nas vias internas pertencentes aos condomínios constituídos por unidades autônomas e nas vias e áreas de estacionamento de estabelecimentos privados de uso coletivo é de seu proprietário. (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016) (Vigência)

Art. 87. Os sinais de trânsito classificam-se em:

I - verticais;

II - horizontais;

III - dispositivos de sinalização auxiliar;

IV - luminosos;

V - sonoros;

VI - gestos do agente de trânsito e do condutor.

No artigo 80, notamos a potencial presença de conceitos de Física de maneira implícita, relativos ao uso e à disposição da sinalização e dos dispositivos que garantam ao olho humano enxergá-las em tempo hábil para a tomada de ações que garantam um trânsito seguro. Por sua vez, no artigo 87, com exceção do inciso V, todos os demais incisos têm como foco a visualização ocular para notificação que seja conveniente ao trânsito. Com isso, os conceitos ópticos se fazem presentes no intuito de prover sua disposição, tamanho, formato e intensidade a melhor forma possível para serem vistos e compreendidos pelo motorista. Essas perspectivas propiciam a abordagem de conceitos inerentes à óptica geométrica, tais como a distância focal, reflexão da luz e refração da luz, utilizando esses artigos como base para mostrar aos alunos a influência desses conceitos em uma visualização efetiva da sinalização, debatendo a partir desses elementos a melhor disposição dos sinalizadores nas vias.

Nossa sugestão aqui é que o conteúdo teórico seja apresentado de forma expositiva dialogada, incentivando a participação dos alunos. A seguir, o professor pode solicitar que os alunos se dividam em grupos para elaborar e desenvolverem, baseados nos conceitos de Física abordados, a construção de seus próprios meios de sinalização, apresentando de forma escrita todas as características e o embasamento de sua escolha, contendo informações como em que pontos e com quais materiais seriam confeccionados, suas dimensões e outras características que acreditarem ser pertinentes. Após a correção desses trabalhos, é importante

que o professor dê um *feedback* aos alunos, apresentando a cada grupo os pontos positivos e negativos de sua criação, baseados nos conceitos de Física pertinentes às suas escolhas.

Nessa perspectiva, nossa sugestão com essa atividade pode ser vista como uma forma de ensinar conceitos científicos de maneira interativa e significativa, além de desenvolver habilidades importantes para o ensino acadêmico e para a vida, estando em consonância com os parâmetros 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), do desenvolvimento das percepções, considerando a explanação expositiva dialogado do professor acerca do tema dos princípios da geometria óptica e de seus conceitos correlatos e 3D (discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico), do desenvolvimento tecnológico, uma vez que estimula os alunos a construírem artefatos para prover sinalização adequada nas vias, se atentando ao processo, comparando com os artefatos utilizados atualmente. Ao trabalharem com sinalização, os alunos estariam explorando a relação entre Ciência (conceitos de Física), Tecnologia (a aplicação desses conceitos na criação de aparatos tecnológicos) e Sociedade (a importância da sinalização para a segurança e o bem-estar da sociedade).

O artigo 111 mostra preocupação com diversos itens que impossibilitem a visibilidade do motorista em relação à via em que transita, normatizando de forma proibitiva qualquer objeto que possa comprometer a nitidez visual em sua condução, com se apresenta a seguir:

Art. 111. É vedado, nas áreas envidraçadas do veículo:

I - (VETADO)

II - o uso de cortinas, persianas fechadas ou similares nos veículos em movimento, salvo nos que possuam espelhos retrovisores em ambos os lados.

III - aposição de inscrições, películas refletivas ou não, painéis decorativos ou pinturas, quando comprometer a segurança do veículo, na forma de regulamentação do CONTRAN. (Incluído pela Lei nº 9.602, de 1998).

Parágrafo único. É proibido o uso de inscrição de caráter publicitário ou qualquer outra que possa desviar a atenção dos condutores em toda a extensão do para-brisa e da traseira dos veículos, salvo se não colocar em risco a segurança do trânsito.

Esse artigo pode ser relacionado, em nossa concepção, com conceitos ópticos para fomentar a discussão acerca de objetos que possam refletir, refratar ou mesmo absorver a luz externa, de forma a prejudicar a percepção total do motorista durante o trajeto embasado nas características Físicas desses fenômenos.

Nossa sugestão aqui é que o professor promova um debate em sala de aula para que os alunos possam apresentar suas opiniões pessoais e justificativas sobre a proibição do uso dos objetos listados na normativa. Para isso, o professor pode solicitar que os alunos expressem suas concepções pessoais sobre o tema e, a partir disso, promover a teorização dos conceitos importantes para a compreensão da normativa, tais como refração, reflexão, campo visual e espelhos côncavos e convexos. Para conectar as concepções prévias dos alunos com a normativa em questão, o professor pode explorar as implicações desses conceitos no uso dos objetos listados na normativa, como por exemplo, os espelhos retrovisores em veículos. Dessa forma, os alunos poderão entender como esses conceitos estão relacionados com a regulamentação apresentada no artigo.

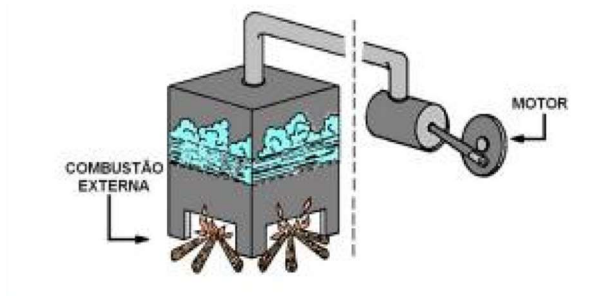
Em seguida, os alunos podem ser incentivados a justificar novamente a proibição dos objetos, utilizando agora as informações e conceitos aprendidos durante a atividade. Essa etapa é importante para avaliar a efetividade do aprendizado e para identificar possíveis pontos que ainda precisam ser aprofundados. Por fim, além de justificar a proibição, os alunos podem ser desafiados a apresentar possíveis soluções para manter ou revogar a proibição dos objetos. Essa abordagem permite que os alunos desenvolvam habilidades de pensamento crítico e criativo, além de estimular o debate e a troca de ideias em sala de aula.

Com relação à Educação CTS, essa sugestão se aplica aos parâmetros 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), do desenvolvimento das percepções, considerando a abordagem pelo professor dos conceitos de refração, reflexão, campo visual e espelhos côncavos e convexos, munido das concepções prévias apresentadas no debate inicial da aula, e 2P (avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas), presente no desenvolvimento de questionamentos, ao serem analisados os prós e os contras dos itens em questão e a reflexão sobre a adequação da proibição de tais itens, assim como possíveis sugestões oriundas dos alunos acerca da proibição ou manutenção do uso dos elementos apresentados na regulamentação.

5.6. OS CONCEITOS ASSOCIADOS ÀS MÁQUINAS TÉRMICAS

Conforme definem Young e Freedman (2003, p. 203) “qualquer dispositivo que transforma calor parcialmente em trabalho ou energia mecânica denomina-se máquina térmica”. Um exemplo usual de máquina térmica são os motores de combustão externa, conhecidos como máquinas a vapor e o de combustão interna, encontrados em veículos automotores atuais, baseados nos ciclos de Otto e Diesel (Figura 17).

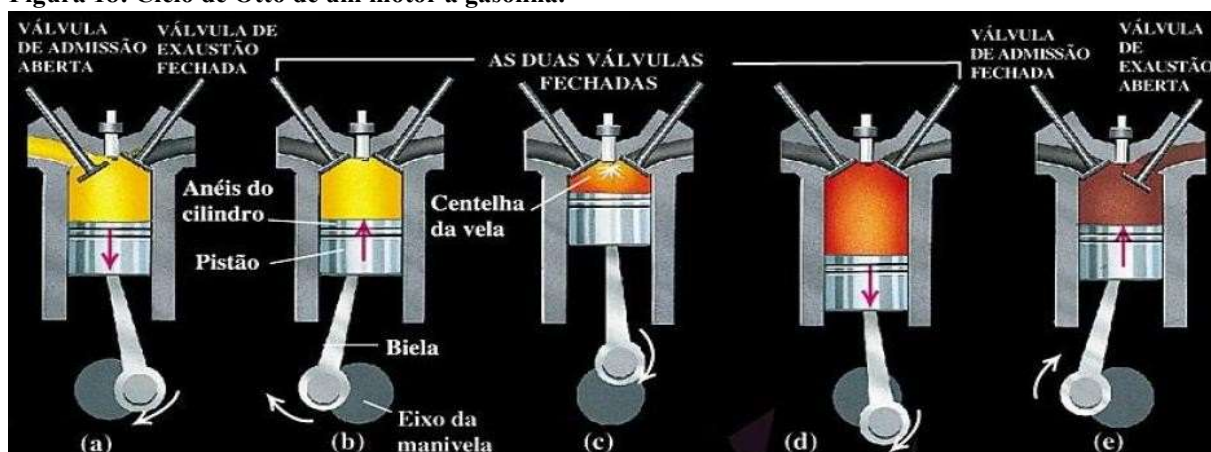
Figura 17: Exemplo de motor de combustão externa



Fonte: Luz (2013, p. 4).

Para tratarmos com o devido formalismo o ciclo de Otto, voltemos nossa atenção e analisemos a Figura 18

Figura 18: Ciclo de Otto de um motor a gasolina.



Fonte: Young e Freedman (2003, p. 206).

Conforme demonstram Young e Freedman (2003, p. 206), o motor mais habitual dos veículos automotores são o de quatro tempos e para explicarem todo o processo do ciclo de Otto, fazem uso da Figura 11. Na primeira fase, representada pela letra (a), o pistão se desloca para baixo, ocasionando um vácuo parcial no cilindro e uma mistura de combustível (provavelmente sendo a gasolina com o ar) segue o fluxo pela válvula de admissão aberta. Na sequência, em (b), é mostrada a válvula de admissão sendo lacrada para entrada externa, fazendo a mistura que ali se encontra ser comprimida com a elevação do pistão. Seguindo para a fase representada pela letra (c), vemos a vela produzir uma centelha na mistura comprimida, causando assim sua ignição. A seguir, na fase (d), podemos observar o composto com sua temperatura elevada arremessar o pistão para baixo. Em sua última fase (e), vemos a válvula de exaustão se abrir enquanto o pistão se eleva e empurra o composto queimado para fora do cilindro, retomando a seguir os passos relatados antes, de forma cíclica, enquanto houver combustível.

Vale ainda salientar que os motores baseados em ciclo de Diesel têm um funcionamento quase idêntico aos movidos a gasolina/álcool, diferindo apenas na inexistência da mistura inicial nos cilindros e injetados diretamente nele a uma pressão constante. Outro ponto destacável é que, em virtude da alta temperatura ocasionada pela compressão adiabática, a explosão do combustível é espontânea conforme é injetado, inexistindo assim velas de ignição (YOUNG; FREEDMAN, 2003, p. 207).

5.6.1 O artigo que se enquadra na categoria “Máquinas Térmicas”

Na categoria máquinas térmicas, encontramos apenas um artigo do CTB – Artigo 27, mas de fundamental simplicidade e importância para o fluxo do trânsito:

Art. 27. Antes de colocar o veículo em circulação nas vias públicas, o condutor deverá verificar a existência e as boas condições de funcionamento dos equipamentos de uso obrigatório, bem como assegurar-se da existência de combustível suficiente para chegar ao local de destino.

Apesar de intuitiva a atenção do condutor quanto às boas condições de funcionamento do seu veículo automotor, a existência de combustível é fundamental para evitar graves acidentes. Com foco no funcionamento do motor, vemos aqui terreno para utilização dos conceitos de máquinas térmicas, sendo necessária a presença de combustível para o funcionamento do motor de combustão interna. O funcionamento dos automóveis atuais são baseados nos ciclos de Otto e Diesel, os quais indicam a necessidade de combustível mínimo para que as etapas forneçam força e energia ao veículo.

Nossa sugestão nesse artigo tange a promoção de discussões acerca do funcionamento do motor de combustão interna, baseada tanto nos ciclos de Otto quanto de Diesel, refletindo os impactos ambientais e sociais inerentes à utilização dessas tecnologias, incentivando os alunos a proporem formas de combustíveis alternativos e menos poluentes, ou mesmo outras maneiras que poderiam propiciar o funcionamento dos veículos, fundamentando os preceitos físicos envolvidos, com destaque para carros híbridos, carros elétricos, carro movido à célula de hidrogênio, entre outros.

Nesse contexto, são utilizados os parâmetros 1D (abordar questões técnicas), do desenvolvimento de percepções, ao abordar os aspectos técnicos do funcionamento dos motores baseados no ciclo de Otto e Diesel, 2P (avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas), do desenvolvimento de questionamentos dos impactos em diferentes esferas do uso de diferentes formas de combustíveis durante o debate realizado em aula e, por fim, o 5D (Discutir a necessidade de adequações sociais), do desenvolvimento de compromissos sociais, ao se debruçar no amplo desenvolvimento de possíveis fontes alternativas limpas e sustentáveis.

5.7. O CONCEITO DO EFEITO DOPPLER

Para iniciarmos este tópico imaginemos uma situação hipotética envolvendo um carro de anúncios e um observador. Consideremos que o volume do carro de som seja inalterado, que o observador esteja sentado no banco de um carro estacionado e que, tanto os anúncios emitidos pelo carro de som quanto o som captado pelo observador estão na mesma frequência. Agora, caso o observador esteja se aproximando do carro de som, que se encontra em baixa velocidade, dentro de um veículo automotor, a frequência do som captada pelo observador será maior, parecendo assim que o som está mais agudo em relação ao som recebido pelo observador quando ambos estavam estacionados. Contudo, caso o observador esteja em sentido contrário, se afastando com velocidade constante do carro de som, a frequência do som será menor, dando impressão ao observador que o som é mais grave do que quando ambos estavam parados. Esse fenômeno é conhecido como efeito Doppler, nome dado em homenagem ao físico que propôs inicialmente sua formulação, o austríaco Johann Chistian Doppler. Tratando de maneira mais teorizada e formal, nas palavras de Halliday e Resnick (2012, p. 174):

O efeito Doppler é a mudança de frequência observada de uma onda quando a fonte ou o detector está se movendo em relação ao meio onde se está propagando (como por exemplo, o ar).

Quando abordamos o caso do som se propagando, podemos equacionar matematicamente da seguinte forma o efeito Doppler:

$$f' = f \frac{v \pm v_D}{v \pm v_F} \quad (\text{Equação 31}), \text{ onde } v \text{ é a velocidade de propagação do som, } v_D \text{ é a}$$

velocidade do detector em relação ao meio e v_F é a velocidade da fonte.

Na Equação 31, vale salientar que os sinais tendem a ser adotados de acordo com o movimento para que f' seja maior em movimentos de aproximação e menor em movimentos de afastamento (HALLIDAY; RESNICK, 2012).

5.7.1 O artigo que se enquadra na categoria “Efeito Doppler”

Nesta categoria, abordamos a consequência de ser desrespeitado este artigo, permitindo trabalhar os preceitos do efeito Doppler, sendo constituído de apenas um artigo com dois incisos, o artigo 41, que versa sobre o uso adequado da buzina como meio de aviso aoutros condutores, conforme apresentado abaixo:

Art. 41. O condutor de veículo só poderá fazer uso de buzina, desde que em toque breve, nas seguintes situações:
I - para fazer as advertências necessárias a fim de evitar acidentes;
II - fora das áreas urbanas, quando for conveniente advertir a um condutor que se tem o propósito de ultrapassá-lo.

Nesse artigo temos como enfoque a utilização da buzina como forma de advertir outro condutor quanto a possíveis acidentes ou mesmo uma iminente ultrapassagem. Com isso, observamos a potencialidade em trabalhar com o efeito Doppler, pois a má utilização da buzina poderia acarretar em uma desorientação espacial dos transeuntes da via pela percepção da frequência do som diferente conforme ainda se movimentam em relação ao observador. Nesse caso, também vemos a possibilidade de serem trabalhados de forma correlata os conceitos básicos de ondas, assim como tratar especificamente das ondas sonoras.

Nossa sugestão para este artigo seria iniciar com um vídeo de um espectador do Grande Prêmio de Interlagos, da Fórmula 1 (Figura 19), presente na plataforma de vídeos Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=9HT2rqxXKcc>) e pedir para que os alunos apresentem suas impressões no que tange ao som dos veículos quando estão se aproximando e quando passam pelo indivíduo que está gravando o vídeo, se afastando. A seguir, apresentar os preceitos do efeito Doppler de maneira expositiva e com a mediação do professor, reconduzir o debate de forma que os alunos observem que o uso contínuo e excessivo da buzina de carro pode contribuir para acidentes de trânsito de várias maneiras. Primeiramente, o som intenso e irritante pode distrair outros motoristas e pedestres, tornando-os menos atentos às condições da estrada e aos outros veículos ao seu redor. Isso pode levar a erros de julgamento e reações lentas, o que aumenta o risco de acidentes. Além disso, o efeito Doppler mencionado anteriormente pode fazer com que o som da buzina se propague mais longe, uma

vez que a velocidade do som é somada a velocidade do carro, o que pode ser perigoso em áreas densamente povoadas ou em áreas com muito trânsito. Isso pode fazer com que os motoristas fiquem confusos sobre a origem do som e percam a noção da sua posição em relação a outros veículos, o que também pode aumentar o risco de acidentes. Além disso, o uso contínuo da buzina pode ser interpretado como um sinal de agressividade e impaciência por parte do motorista, o que pode levar a conflitos entre os motoristas e aumentar o risco de acidentes. Portanto, a proibição do uso contínuo de buzina de carro é importante para garantir a segurança no trânsito e reduzir o risco de acidentes. Com isso o professor pode convidar os alunos a refletirem sobre as consequências do desrespeito a esse artigo e suas implicações sociais e psicológicas a todos envolvidos no trânsito

Figura 19: Grande Prêmio de Interlagos.



GP Brasil F1 Interlagos 2019 (Visão do Setor A)

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=9HT2rqxXKcc>.

Essa sugestão está em consonância com os parâmetros 1R (explicitar a presença da Ciência no mundo), do desenvolvimento das percepções, ao apresentar o vídeo de fácil acesso de um evento esportivo automobilístico com o intento de observarem as diferenças de percepção de som na aproximação e no distanciamento do carro de Formula 1; também o parâmetro 1D (abordar questões técnicas), do desenvolvimento das percepções, ao explicar conceitualmente os elementos relativos ao efeito Doppler (som dos veículos de corrida

enquanto se aproximam e se afastam do espectador que está gravando o vídeo), fornecendo uma analogia com o uso contínuo da buzina veicular, ao apontar como esse uso pode alterar a percepção espacial de um observador; e o parâmetro 2P (avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas), do desenvolvimento de questionamentos, ao abordar como a tecnologia (buzina de carro) afeta a sociedade (trânsito) e como a Ciência (efeito Doppler) está envolvida nessa interação, ao debaterem acerca das consequências do uso contínuo de uma buzina no trânsito e da necessidade ou não da regulamentação dessa prática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos como ferramenta didática o Código de Trânsito Brasileiro atrelado à abordagem CTS, consideramos que o seu uso, além de promover a aprendizagem dos conteúdos abordados, pode viabilizar a formação dos alunos enquanto cidadãos. Nessa perspectiva, é possível mostrar aos alunos que a Física, tão matematizada em sala de aula, vai muito além de números e resultados, mas também provém subsídios para formular leis que propiciam um trânsito seguro a todos usuários e não usuários de veículos automotores.

Retomando a nossa questão de pesquisa, a análise dos artigos constantes no CTB nos permitiu vislumbrar a possibilidade de abordar os seguintes conceitos de Física, pautados no enfoque CTS: Momento, Leis de Newton, Movimento Relativo, Movimento Uniformemente Variado, Óptica, Máquinas Térmicas e Efeito Doppler. Devemos ponderar aqui que, em diversos casos, foi possível destacar mais de um conceito, sendo adotado por razões de categorização o conceito que mais pareceu proeminente em nossa análise.

Com isso, podemos dizer que nosso objetivo geral em encontrar entre os artigos do Código de Trânsito Brasileiro aqueles que guardem uma relação, explícita ou implícita, com conceitos de Física e indicar meios para que a abordagem desses artigos com os alunos do ensino Médio seja pautada pela Educação CTS foi atingindo satisfatoriamente.

Com relação aos nossos objetivos específicos (analisar o conteúdo dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro; destacar aqueles artigos que apresentem elementos da Física em sua construção; categorizar os artigos destacados conforme os conceitos de Física presentes na sua formulação; inferir evidências da presença da Física em cada uma das categorias emergentes; sugerir atividades baseadas na Educação CTS que auxiliem a prover a compreensão da relação entre a Física e o Código de Trânsito Brasileiro), consideramos que foram atingidos.

Ao utilizar a Educação CTS, os professores podem usar exemplos concretos de questões de ciência e tecnologia que afetam a sociedade, como mudanças climáticas, energia renovável, biotecnologia e ética em inteligência artificial. Isso pode viabilizar que os alunos compreendam como as decisões científicas e tecnológicas afetam a sociedade, e como as decisões políticas e sociais influenciam a ciência e a tecnologia. A abordagem de ensino

pautada na Educação CTS também incentiva os alunos a pensarem criticamente sobre as questões de ciência e tecnologia e a considerarem múltiplas perspectivas, podendo ser encorajados a refletirem sobre os impactos positivos e negativos da tecnologia e a respeitarem diferentes opiniões sobre questões éticas e sociais relacionadas à ciência e à tecnologia.

Contudo, pelo momento em que a sociedade se encontrava quando este trabalho foi desenvolvido, em plena pandemia do vírus COVID-19, ele foi realizado com uma natureza documental e teórica. Uma sugestão para a progressão desta pesquisa seria aferirmos se existe a efetividade do aprendizado dos conceitos presentes nas atividades propostas neste trabalho, mediante a sua aplicação em sala de aula, com alunos do Ensino Médio. Seria também deveras interessante abordar a relevância e a influência de nossa cultura nas ações dos motoristas e sua correlação com a formação cidadã dos jovens.

Os resultados desta pesquisa mostraram um cenário em que as leis que regem nossa vida como sociedade são correlatas com os princípios da Física, vislumbrando assim um próspero terreno para estudos dos conceitos de Física dentro das salas de aulas.

REFERÊNCIAS

- ARONOWITZ, S. *et al. Technoscience and Cyberculture*. New York: Ed. Routledge, 1995.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, novembro de 2007.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da Educação tecnológica. Florianópolis: *Ed. da UFSC*, 1998.
- BEAR M. F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M. A. Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso, 4 ed. *Porto Alegre: Artmed*. 2017
- BEDIN, F. C. *et al.* Abordagem CTS como promotora da alfabetização científica: concepções de um grupo de licenciandos em química, *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 4, p. 1-12, 2019. Disponível em: < <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2607>>. Acesso em 15 de março de 2022.
- BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, T. *The Social Contruction of Technological Systems: New directions in the Sociology and history of technology*. Cambridge: Ed. MIT Press, 1987.
- BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.
- BRASIL. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2021.
- BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. Decreto 8324, 1910. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-8324-27-outubro-1910-527901-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em 10 de maio de 2021.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da União*, Brasília, v.126, n. 191, 5 out. 1988. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular: Educação é a base*. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em 09 de setembro de 2021

BRASIL. *Ministério da Educação. Histórico da BNCC*. Brasília, 2021 Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/resolucao_cne_cp222_de_dezembro_de_2017.pdf>. Acesso em 09 de setembro de 2021

BRASIL. *Ministério da Infraestrutura. Renovação-Frota de Veículos*. Departamento. Nacional de Trânsito. Brasília: DENATRAN. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2020>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2021.

BRASIL. *Presidência da República. Código Nacional de Trânsito*. Casa Civil, Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9503.htm/>. Acesso em 18 de abril de 2021.

BRASIL. *Presidência da República. Estabelece as diretrizes e bases da Educação nacional*. Casa Civil, Brasília, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em 09 de setembro de 2021.

CAMPOS, Fernando Rosseto Gallego. Fundamentos em Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: _____. *Ciência, tecnologia e sociedade*. Florianópolis: *Publicações do IF-SC*, 2010.

CAVALCANTE, K. A Importância da Matemática do Ensino Fundamental na Física do Ensino Médio. Canal do Educador, *Estratégia de Ensino*, Física. Disponível em:

CHASSOT, A. Alfabetização científica: Questões e desafios para a Educação. 7. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

CHRISPINO, A.; SILVA, M.; MELO, T., ALBURQUERQUE, M. Do resultado da pesquisa às ações de intervenção na prática escolar: a contribuição de um grupo de pesquisa CTS, *Da Investigação às Práticas*, 7(2), p. 91- 115, 2016.

ELLUL, J. *The Technological Society*. New York: Ed. Vintage Books, 1964.

FRANCO, M. A. C. Acesso à universidade – uma questão política e um problema ideológico, *Educação e Seleção*, jul/dez, 1985.

FRANCO, M. L. P. B. *Análise de conteúdo*. 2. ed. Brasília: Líber Livro, 2005.

FRANZ, Cristiane Maria; SEBERINO, José Roberto Vieira. *A história do trânsito e sua evolução*. 2012. 24 f. Monografia (Pós-Graduação Latu Sensu, em Gestão, Educação e Direito de Trânsito), Joinville, 2012.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo: Paz e Terra. Pp.57-76. 1996.

GARCÍA, M. I. G., CEREZO, J. A. L. e LUPOR SUA VEZN, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid: Tecnos, 1996.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Mecânica*, 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.1.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna*, 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.4.

HELERBROCK, R. *Tração. Mundo Educação*, Física, UOL, 2021. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/forcas-tracao.htm>>. Acessado em 10 de dezembro de 2021

LUZ, M. L. G. S. *Motores a combustão interna*. Universidade Federal de Pelotas, 2013. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-Motores-a-Combust%C3%A3o-Interna.pdf>>. Acessado em 20 de dezembro de 2021.

MELO, V. A. O automóvel, o automobilismo e a modernidade no Brasil (1891-1908). *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 30, p. 187-204, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401338534013>>. Acessado em 18 de abril de 2021

MOETO, C. B.; PEREIRA, I. L.; MENEZES, P. H. D. A influência dos processos seletivos das universidades sobre os currículos de física da escola básica: estudo comparativo entre questões de física do ENEM e de um programa de ingresso em universidade pública. In: *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11, 2017, Florianópolis, 2017 Atas... Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017.

NARDI, R. *Pesquisa em Ensino de Física*. Coleção Educação para a Ciência. São Paulo: Editora Escrituras, 1998.

NASCIMENTO, M. M. O professor de Física na escola pública estadual brasileira: desigualdades reveladas pelo Censo escolar de 2018. *Revista Brasileira De Ensino De Física* (Online), v. 42, p. 187-187-4, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0187>>. Acessado em 16 de setembro de 2021

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica – volume 1: mecânica*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS*, 2, dez., 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. F.; BAZZO, W. A. . Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência e Educação* (UNESP), v. 13, p. 71-84, 2007.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; Paulo A. de Toledo SOARES, p. a. t., *Os Fundamentos da Física*. São Paulo: Moderna, v.1, 2007.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. Ensino de Física: Objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005

SANTOS, C. A. B.; CURI, E. A formação dos professores que ensinam Física no Ensino Médio. *Ciência e Educação* (UNESP. Impresso), v. 18, p. 837-849, 2012.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. A teoria das cores de Newton: Um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SILVA, D. C. M. Inércia e lesões em acidentes, *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/inercia-lesoes-acidentes.htm>>. Acessado em 03 de agosto de 2021.

SANTOS, W. L. P. (2011). Significados da Educação científica com enfoque CTS. In Santos, W. L. P. & Auler, D. CTS e Educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas (pp. 21-47). Brasília: Ed. UnB.

SILVA JÚNIOR, J. S. Tempo de Reação. *Mundo Educação*, Física, UOL, 2013. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/tempo-reacao.htm>>. Acessado em 10 de agosto de 2021

SILVEIRA, R. M. C. F. S.; BAZZO, W, A, CIÊNCIA E TECNOLOGIA: Transformando a relação do ser humano com o mundo. In: *Simpósio Internacional Processo Civilizador*, 9., 2005, Ponta Grossa. *Anais... Ponta Grossa*, 2005.

SOUZA, T. C. F. Avaliação do ensino de Física: Um compromisso com a aprendizagem, Passo Fundo: *Ediupf*, 2002

STRIEDER, R. B. *Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas*, Tese de Doutorado – Curso de Ensino de Ciências (Modalidade Física e Química), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e propósitos brasileiros. ALEXANDRIA: *R. Educ. Ci. Tec.*, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio. 2017.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. Física para cientista e engenheiros. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v.1.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física II – Termodinâmica e Ondas, ed. 10, São Paulo, Addison Wesley, 2003.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física IV - Ótica E Física Moderna, ed. 12, São Paulo, Addison Wesley, 2008.

ZOLLER, U.; WATSON, F. G. *Technology education for nonscience students in the secondary school. Science Education*, New York, v. 58, n. 1, p. 105-116, 1974.