



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá**

**DÉBORA MARTINS DO AMARAL**

**Uso de atividades embasados no enfoque CTS em aulas de Física para o primeiro ano do**

**Ensino Médio: reflexões à luz da construção de argumentos**

Guaratinguetá  
2023

**Débora Martins do Amaral**

**Uso de atividades embasados no enfoque CTS em aulas de Física para o primeiro ano do  
Ensino Médio: reflexões à luz da construção de argumentos**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Física da Faculdade de Engenharia e Ciências do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Licenciatura em Física.

Orientadora: Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Isabel Cristina de Castro Kondarzewski

Guaratinguetá  
2023

A485u Amaral, Débora Martins do  
Uso de atividades embasados no enfoque CTS em aulas de física para o primeiro ano do ensino médio: reflexões à luz da construção de argumentos / Débora Martins do Amaral – Guaratinguetá, 2023.  
49 f : il.  
Bibliografia: f. 38-39

Trabalho de Graduação em Física (Licenciatura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2023.  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Isabel Cristina de Castro Kondarzewski

1. Aprendizagem baseada em problemas. 2. Física - Estudo e ensino. 3. Física (Ensino médio). 4. Aprendizagem ativa. I. Título.

CDU 53:371.3


**DÉBORA MARTINS DO AMARAL**

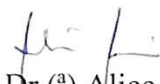
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
“GRADUADO(A) EM NOME DO CURSO”

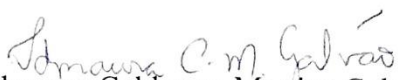
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM NOME DO CURSO

Prof.<sup>(a)</sup> Marco Aurélio Alvarenga Monteiro  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Isabel Cristina de Castro Kondarzewski  
Orientadora/UNESP-FEG

  
Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Alice Assis  
UNESP-FEG

  
Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Idmaura Calderaro Martins Galvão  
Membro Externo

Este trabalho é dedicado à minha mãe, Hilda (1959-2017), que em seu último dia de vida não me deixou desistir de estudar e fazer faculdade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e a minha família por ter conseguido chegar até aqui. Foram anos de muitas lutas e superações, incluindo um período de luto que se não fosse pelo apoio da minha família eu teria desistido de estudar.

Agradeço aos meus pais que sempre valorizaram o ensino e crescimento individual de seus filhos, para que pudessem criar seus próprios caminhos. Em especial a meu pai Janilson que sempre foi um exemplo para mim, tendo superado as dificuldades da vida e chegado onde está hoje. E, a minha mãe Hilda, que abandonou os estudos ainda jovem, mas não quis que seus filhos fizessem o mesmo, sempre nos incentivando a superar nossos limites. Ela não pôde me ver ingressar na FEG em 2018, mas acredito que a deixaria orgulhosa.

Agradeço também aos muitos professores que encontrei no Ensino Médio, em especial meu antigo professor de física, Sérgio, as duas professoras de matemática que coincidentemente se chamavam Luciana, a professora de língua portuguesa, Eliane, e a professora de ed. artística Mércia. Estes profissionais reafirmaram meu desejo de ser professora.

Agradeço a Fundação Lúcia e Pelerson e Penido (FLUPP), por terem acreditado no meu potencial como futura professora e por terem me oferecido assistência financeira, profissional e emocional.

E finalizo agradecendo aos meus professores da FEG que trouxeram valores extraordinários que farão parte de mim.

“Na Natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”;

Antoine-Laurent de Lavoisier

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar a utilização do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no ensino de física, através de uma aula expositiva e uma experimental para o desenvolvimento da construção de argumentos, incentivando a resolução de problemas. Foi construído um roteiro de aula que incluía uma atividade experimental que foi aplicada aos alunos do 1º ano do Ensino Médio, utilizando carrinhos de brinquedo e placas de metal para simular os tipos de colisões. Foram feitas discussões na sala de aula sobre o problema de ser ou não correto andar na contramão de bicicleta, utilizando relatos reais e exemplificando por meio do experimento. Os alunos foram incentivados a tirar suas conclusões, a discutir com seus colegas e com a pesquisadora quanto à defesa de seus argumentos e a apresentarem soluções que poderiam ser aplicadas para evitar ou amenizar este tipo de problema envolvendo a segurança dos ciclistas. A avaliação final ocorreu por meio da análise de textos escritos pelos alunos utilizando o padrão de Toulmin, a fim de se identificar a capacidade deles de escreverem sobre física utilizando palavras ao invés de números. Os resultados mostram que os alunos por meio da aula, vídeos que foram apresentados e principalmente pela atividade experimental, compreenderam quais os riscos à segurança dos ciclistas e foram capazes de escrever argumentos utilizando o conteúdo das aulas para sustentar suas opiniões.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de física; CTS; Argumentação.

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to investigate the use of the STS approach (Science, Technology and Society) in physics teaching, through an expository class and an experimental one for the development of the construction of arguments, encouraging the resolution of problems. A class script was constructed that included an experimental activity that was applied to 1st year high school students, using toy cars and metal plates to simulate the types of collisions. Discussions were held in the classroom about the problem of whether or not it is correct to ride a bicycle against the grain, using real reports and exemplifying through the experiment. The students were encouraged to draw their conclusions, to discuss with their colleagues and with the researcher regarding the defense of their arguments and to present solutions that could be applied to avoid or alleviate this type of problem involving the safety of cyclists. The final evaluation took place through the analysis of texts written by the students using the Toulmin standard, in order to identify their ability to write about physics using words instead of numbers. The results show that students, through the class, videos that were presented and mainly through the experimental activity, understood the risks to the safety of cyclists and were able to write arguments using the content of the classes to support their opinions.

**KEYWORDS:** Physics teaching; STS; Argumentation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de argumento de Toulmin .....	18
Figura 2 - Modelo de carrinho utilizado e as amostras de metal .....	22

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma de atividades .....	21
Quadro 2 – Perguntas feitas aos alunos .....	21
Quadro 3 – Atividade Final .....	23
Quadro 4 – Questionário de encerramento .....	23
Quadro 5 – Questionários sobre quem já havia se acidentado .....	25
Quadro 6 – Relatos 1 .....	25
Quadro 7 – Comentários coletados dos alunos durante a discussão .....	26
Quadro 8 – Relatos 2 .....	28
Quadro 9 – Argumentos escritos pelos estudantes .....	29
Quadro 10 – Benefícios da educação no trânsito do ponto de vista dos alunos .....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
EC	Ensino de Ciências
D	Dado
W	Garantia
C	Conclusão
B	Base
R	Refutação
Q	Quantidade de movimento

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)</b> .....	14
<b>3</b>	<b>ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO</b> .....	16
3.1	ARGUMENTAÇÃO DE TOUMIN .....	17
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	20
4.1	PERFIL DOS ALUNOS.....	20
4.2	PROPOSTA DE ATIVIDADE E COLETA DE DADOS .....	20
4.3	ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO.....	24
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	25
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38
	<b>ANEXO A – Pesquisa feita com os alunos</b> .....	40
	<b>ANEXO B – PLANO DE AULA</b> .....	41
	<b>ANEXO C – Atividade proposta</b> .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Tem se tornado cada vez mais evidente a necessidade da formação de pessoas capacitadas para solucionar problemas. À medida que a sociedade cresce, a demanda por pessoas qualificadas se torna cada vez mais necessária. Essa capacitação não se limita apenas às habilidades técnicas ou manuais, mas também à habilidade de lidar com problemas e como descobrir maneiras de contorná-los.

Um dos principais objetivos do Ensino de Ciências é a formação de indivíduos autônomos, críticos, que participam ativamente da sociedade tecnológica em que vivem (RUPPENTHAL, 2017). Por meio da alfabetização científica espera-se construir os caminhos para o desenvolvimento intelectual e pessoal atrelada a resolução de problemas reais, com isso o indivíduo se torna capaz de tomar decisões e planejar estratégias por meio do pensamento crítico.

Diante deste cenário de constantes mudanças, o mais simples dos problemas pode ganhar contornos interessantes numa discussão de moral, por exemplo. Um evento ocasional de rotina pode mostrar como uma simples questão de opinião pode se transformar em um problema que poderia ser levada para discussão em sala de aula, afinal é na escola que desenvolvemos essa capacidade de resolver problemas.

Nos meus últimos anos de faculdade cultivei o hábito de ficar planejando discussões que eu poderia utilizar numa sala de aula em momentos oportunos, algo que fazia com frequência durante meus percursos diários. Em mais um dia comum, eu estava indo trabalhar de bicicleta e me deparei com um buraco na estrada cheio de água. Como a via não era muito larga e tinham carros passando eu optei por esperar todos os veículos passarem para depois seguir meu caminho. Nesse meio tempo um pedestre próximo de mim viu que eu tinha parado para esperar os carros e olhando para a situação me recomendou a andar de bicicleta na contramão, segundo ele, seria mais fácil para eu reparar nos carros sem ter que esperar tanto tempo.

Eu sabia que não era o correto a se fazer, mas fiquei incomodada com aquilo. Com isso fiz alguns questionamentos: “*Quantas pessoas preferiam andar de bicicleta na contramão? Por que elas faziam isso?*”, “*É realmente mais seguro seguir os carros ou é melhor andar no sentido contrário a eles?*”, “*As pessoas sabem se existem ou não regras para a circulação de ciclistas nas vias públicas?*”.

Parti da conclusão de que meu ponto de vista era o correto, que deve-se andar seguindo os carros como prevê a lei, mas isso foi algo que aprendi com meus pais e também na escola. Vi nessa discussão um potencial para trazer pontos de vista éticos quanto ao trânsito, mais

especificamente direcionado aos ciclistas, e isso poderia muito bem ser trabalhado num ambiente escolar. Como seria ponto de vista de cada pessoa, qual seria o melhor a se fazer, andar na contramão ou não, afinal cada pessoa tem sua opinião e ela surge após levantar todas as hipóteses de soluções para um simples problema, como cruzar ou não a pista.

A bicicleta é um dos primeiros veículos que temos acesso durante a infância e adolescência, com isso podemos colocar questionamentos sobre o quanto os alunos sabem ou não das regras de trânsito, já que sendo possíveis ciclistas eles devem frequentar ruas movimentadas, que apresentam um certo risco a sua segurança. Saber ou não um pouco das regras de trânsito poderia ajudar os alunos desenvolverem sua cidadania?

Juntando todos os meus pontos e preocupações, elaborei um plano de aula com o objetivo de explorar a capacidade dos alunos de criarem um pensamento crítico e construírem argumentos ao responder à pergunta: “é seguro andar na contramão de bicicleta?”. Eles foram incentivados a apresentar seus pontos de vista, mas também foram desafiados a ser convincentes, não importava qual seria a resposta deles desde que conseguissem montar argumentos sólidos.

Essa atividade foi pensada com base na abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade) com intuito de trazer assuntos sociais para dentro da sala de aula utilizando a argumentação.

Será apresentado nos próximos capítulos uma introdução teórica sobre CTS e argumentação, a metodologia utilizada e os resultados obtidos das aulas teórica e experimental seguido de uma discussão sobre os argumentos escritos pelos alunos.

## 2 CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

As primeiras discussões a respeito da Ciência, Tecnologia e Sociedade surgiram em meados do século XX, diante de um cenário de pós-guerra onde as discussões sobre os impactos sociais começaram a tomar conta. Até então a ciência era tida como algo 100% benéfica, porém essa visão foi mudando gradativamente à medida que a sociedade via os resultados assustadores das novas tecnologias de guerra como armas químicas e as bombas nucleares. Com isso, começou-se a discutir sobre como esses assuntos deveriam ser abordados com a sociedade, a fim trazer uma conscientização sobre os limites e como a ciência afeta nossas rotinas. (STRIEDER, 2008, p.18)

Não podemos discordar que as novas tecnologias facilitam as nossas vidas, porém nem sempre prestamos atenção nos processos que as tornaram possíveis, quais foram as etapas necessárias e se houve algum tipo de prejuízo. Deve-se ter em mente que o avanço científico requer alguns sacrifícios como, por exemplo, o uso de recursos naturais de maneira excessiva ou danos a reservas naturais.

Bazzo (1998) diz que a tecnologia não é necessariamente uma arma perigosa, porém deve-se discutir constantemente sobre suas técnicas para não cairmos na ingenuidade de imaginarmos a ciência como algo sem vida, fria, sem emoção, exclusiva das grandes mentes detentoras do conhecimento.

A ciência deve ser vista como uma ferramenta de desenvolvimento humano, capaz de modificar a natureza, para bem ou para mal, que se adaptam de acordo com as nossas necessidades do momento histórico que vivemos, modificando a maneira como vemos o mundo. Neste contexto, Bazzo (1998, p. 158) comenta como a revolução científica mudou o rumo das pesquisas:

Nesta evolução é necessário fazer referência aos séculos XVI e XVII com a chamada 'Revolução Científica', em que aparece a ciência moderna proporcionando uma mudança radical na forma de conceber seu comportamento e estrutura. [...] O modelo geocêntrico dá lugar ao modelo heliocêntrico, abalando estruturas, costumes e convicções. Começa a se estabelecer, mesmo que não admitida explicitamente, a dependência do comportamento humano aos desenvolvimentos científicos e às suas interpretações.

Foi dentro destas perspectivas que, no final da década de 80, começa-se a trazer essas discussões para dentro da educação brasileira, visando a necessidade de falar sobre as relações estabelecidas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, uma vez que um dos pilares da

educação é a formação de cidadãos capazes de solucionar problemas dentro de sua esfera de convívio.

Os avanços técnicos-científicos surgem de um problema comum que precisa de uma solução. A partir disso são feitas pesquisas para entendê-lo e discutir os possíveis caminhos seguindo pelo uso das tecnologias disponíveis. O resultado final irá depender da eficiência e finalidade do material. Algumas coisas são feitas para um bem geral, como as vacinas, outras já beneficiam apenas alguns grupos, como o caso de armamentos utilizados em conflitos.

Não há uma maneira de se discutir um sem o outro, as três vertentes estão intimamente ligadas quando se fala sobre desenvolvimento, os resultados de um afetam o outro. O mesmo vale para o processo de criação de um logo onde você depende de todas as etapas, principalmente da pesquisa que costuma ser o ponto de partida. Se iremos agradar ou não nosso cliente ou a sociedade e como eles irão administrar a tecnologia é incerto, porém discutível.

Strieder (2008) comenta que a abordagem CTS pode ainda ser dividida em três categorias: com ênfase nas aplicações científicas, na valorização da tecnologia, ou voltada para reflexões críticas e sociais. Mesmo com essa divisão, Strieder (2008, p.26) pontua que cada uma dessas categorias tem o mesmo objetivo que seria “proporcionar aos alunos meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade [...], e preparar os jovens para o papel de cidadãos numa sociedade democrática”. Com isso a ciência se torna mais interessante e se distancia da ideia de exclusividade, tornando-se mais acessível para todos os níveis de aprendizado.

Dito isto, podemos abordar temáticas CTS dentro das escolas trazendo aos alunos problemas comuns do dia-a-dia, mostrando a eles maneiras de imaginar as possíveis soluções por meio da reflexão e escolha das técnicas adequadas. Essa abordagem ainda contribui para expandir o exercício da cidadania dentro de disciplinas vistas meramente como numéricas.

### 3 ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO

No final do século passado, no final dos anos 90, surge uma preocupação dos educadores e pesquisadores do Ensino de Ciências. Até então, ensinar ciências tinha como principal função descrever e entender a realidade, sem dar espaço ao diálogo e diferentes linguagem culturais. (SEPULVEDA; EL-HANI; 2006).

Sepulveda e El-Hani (2006) comentam sobre essa mudança de pensamento e dessa preocupação, que reconhece a necessidade de adaptação e compreensão das influencias culturais no ensino e seu potencial de auxiliar no aprendizado de ciências.

Como comentado no capítulo anterior, a ciência e a sociedade caminham juntas, os resultados de uma afetam a outra e vice-versa. Os alunos vivem em realidades diferentes, cada grupo social tem suas respectivas necessidades e um tipo de linguagem própria, essas experiencias vividas por eles deve ser trazida para dentro da escola. A ciência, para o aluno será uma nova cultura que ele precisará abraçar, como é dito por Sepulveda e El-Hani (2006, p.32)

Quando uma pessoa se alfabetiza, ela aprende a ler e escrever numa linguagem que ela já fala. No caso da educação científica, a situação é substancialmente diferente, visto que os aprendizes não falam, na grande maioria dos casos, qualquer linguagem científica. De uma só tacada, eles devem aprender a pensar, falar, ler e escrever numa outra linguagem, isto é, devem apropriar-se de um gênero de discurso fundamentalmente diferente daqueles com os quais estão acostumados, e, o que é particularmente importante, que traz consigo uma maneira particular de ver o mundo.

Vemos que a linguagem científica não pode ser separada do EC, o aluno por meio da linguagem aprenderá a dominar outro tipo de discurso. Ruppenthal (2017, p.25) defende que o uso da linguagem como ferramenta de ensino permite alcançar a alfabetização científica, já que ela está relacionada ao desenvolvimento deste pensamento científico e que

Dessa maneira, para alcançar a formação plena do cidadão, é importante considerar aspetos relativos à linguagem no EC. Nesse sentido, uma possibilidade de promover a alfabetização científica é inserir práticas argumentativas nas aulas de Ciências.

Inserir praticas argumentativas na escola promove o desenvolvimento da comunicação e pensamento crítico. Os alunos aprender a levantar hipóteses, a escolher as linhas de raciocínio que mais se familiarizam, entendendo os diferentes tipos de discursos científicos. Com isso, os alunos se tornam capazes de cruzar essa fronteira citada por Sepulveda e El-Hani (2006), apoderam-se da cultura científica tornando-a sua.

Esse processo de apropriação da linguagem científica se torna parte do aprendizado e a argumentação terá um papel fundamental nisso. Com isso, este trabalho pretende utilizar a argumentação para auxiliar os alunos a expressarem suas opiniões e construir suas próprias linhas de raciocínio, absorvendo os conceitos apresentados como um novo elemento de suas culturas.

### 3.1 ARGUMENTAÇÃO DE TOULMIN

Para entendermos melhor esse processo de argumentação é necessário recorrermos aos estudos de Stephen Toulmin (1922-2009), um filósofo britânico que dedicou seus trabalhos a análise da argumentação.

Toulmin busca entender como os seres humanos pensam, como nos argumentamos e alcançamos nossas inferências por meio das interações sociais. Quando os seres humanos querem causar interferências no mundo, expressar suas opiniões, eles querem que o que está sendo falado por eles seja aceito pelo mundo.

Toulmin irá apresentar uma análise prática de como se constrói um argumento, vendo o que diferencia um argumento bom de um ruim. Essa análise Toulminiana do discurso busca compreender quais os critérios que sustentam um argumento, o que o define como eficiente, dissecando-o parte por parte em categorias. Um bom argumento tem que resistir as críticas, ser coerente e trazer provas.

Gontijo (2020) comenta que “quando preciso submeter a minha argumentação a prova, a contradição, é que entremos no campo da análise do discurso Toulminiano”. Gontijo (2020) apresenta em seu vídeo como se dá essa análise proposta por Toulmin do discurso separando nas seguintes categorias: 1) pretensão (claims), 2) razão (grounds), 3) garantia (warrants), 4) respaldo (backing), 5) qualificação (qualifiers) e 6) refutação (rebuttals).

A pretensão é o argumento que se pretende justificar, aquilo que queremos apresentar aos outros e esperamos que seja aceito por eles, será o ponto de partida e também a conclusão porque voltaremos a ele após apresentarmos todos os pontos necessários para o sustentar.

A razão serve de base para o argumento, dá apoio a ele, ela está ligada as evidências e as informações, apresentando os motivos e as circunstâncias daquele fato. Gontijo (2020) pontua que as razões e as pretensões se conectam formando aquilo que queremos argumentar e qual o seu sentido, sendo o nosso dado (D).

As garantias (W) servirão para dar sentido as razões, apresentado as regras gerais que se aplicam a opinião formando os alicerces que dão contexto as duas características anteriores. Os

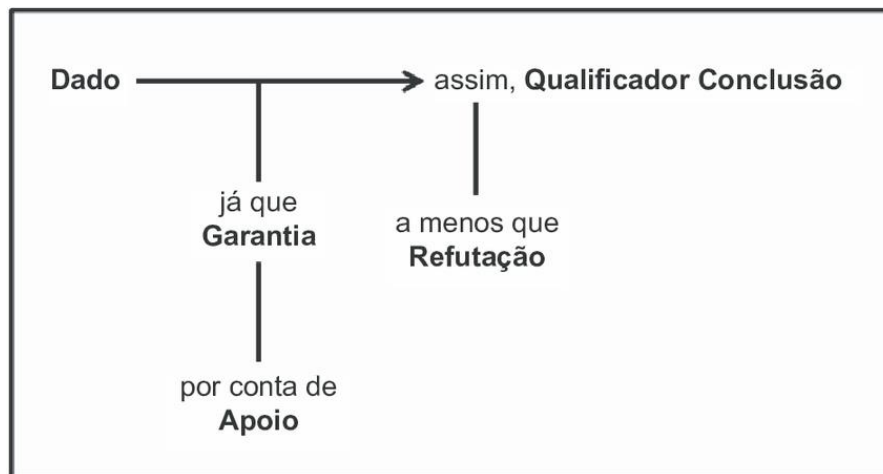
respaldos (B) são garantias mais amplas, garantias adicionais que servem para de pano de fundo fortalecendo a garantia apresentada.

A qualificação (Q) entra no argumento como um complemento estrutural, apresentando os níveis probabilidade de aquilo acontecer ou não, utilizando termos como: provável, possivelmente, ao que tudo indica, ao que parece. São gruas de certezas que serão utilizados para aumentar o valor do argumento, trabalhando o mundo do provável aumento a minha credibilidade (GOTIJO, 2020).

As refutações (R) são as limitações do argumento, onde a regra geral não se aplica, mas que podem ser adiantadas no discurso para o tornar mais persuasivo. É possível trabalhar essas refutações em favor do argumento, prevendo as possíveis intervenções que surgiriam antecipando alguma crítica.

A Figura 1 apresenta um modelo de argumentação de Toulmin.

*Figura 1 – Modelo de argumento de Toulmin*



Fonte: Conrado; Nunes-Neto; El-Hani (2015)

Os elementos básicos de um argumento são o dado (D), a garantia (W) e conclusão (C), uma vez que a estrutura básica de um argumento é “a partir de um dado D, já que W, então C” (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014). Os demais elementos serviram para agregar valor ao argumento tornando-o mais completo.

Essa estrutura de Toulmin pode ser aplicada em diversas áreas que trabalham com a linguagem escrita. Dentro da escola, podemos utilizar esse modelo para avaliar o processo de construção de argumentos pelos alunos, assim como Toulmin propôs, para entender como é formado o raciocínio lógico.

Entendendo a importância da introdução da argumentação como ferramenta no ensino, este trabalho propôs aos alunos a escrita de um breve argumento como atividade final. Foi pedido a eles que escrevessem suas opiniões sobre qual seria o sentido correto de se andar de bicicleta na rua. Os trabalhos feitos por eles foram avaliados utilizando a estrutura de Toulmin para classificar a qualidade de seus argumentos.

Por meio da argumentação será possível visualizar o amadurecimento dos alunos quanto ao conhecimento científico, evidenciando o que Sepulveda e El-Hani (2006) falam sobre aprender a ler e escrever sobre uma linguagem nova cruzando as fronteiras culturais.

## 4 METODOLOGIA

Com a intenção de promover a prática da argumentação, este trabalho propôs um plano de aula utilizando o enfoque CTS para promover discussões sobre a má adequação das pistas para comportarem carros e bicicletas num mesmo espaço e como isso afeta a segurança das pessoas, possibilitando aos alunos um momento de reflexão para construírem suas opiniões.

A atividade foi dividida em três etapas: aplicação de uma aula, execução do experimento e escrita de textos argumentativos.

### 4.1 PERFIL DOS ALUNOS

O grupo de alunos escolhidos pertenciam as três turmas do 1º ano do Ensino Médio do ensino integral (A, B e C) de uma escola de ensino integral localizada em Guaratinguetá-SP. Destes, a maioria afirmou morar próximo à escola, e ainda foi questionado se eles possuíam bicicletas devido à natureza da atividade. Alguns afirmaram possuir e que a utilizam para ir à escola ou para lazer.

Ao todo participaram 38 alunos do 1º A, 34 do 1º B e 37 do 1º C.

### 4.2 PROPOSTA DE ATIVIDADE E COLETA DE DADOS

Foi montado um plano de aula (ANEXO B) que traz como objetivo abordar com os referidos alunos as implicações físicas envolvidas nos acidentes de trânsito, como determinar a possível gravidade de um acidente que envolva ciclistas e pedestres, e entender também os tipos de colisões e como contextualizar isso usando os acidentes.

O objetivo principal seria incentivar as boas práticas no trânsito como pedestres e futuros motorista, conscientizando os alunos dos riscos do não cumprimento das normas de trânsito, inclusive as que existem para ciclistas afim de incentivá-los a respeitá-las e cumpri-las.

A atividade foi realizada em agosto de 2022 num período de duas semanas, por conta do calendário escolar e disponibilidade de uso do laboratório da escola. O Quadro 1 apresentará o cronograma utilizado para a execução da pesquisa.

Quadro 1 – Cronograma de atividades

<i>Dia</i>	<i>Caracterização</i>
<i>Semana 1 (19/08/2022)</i>	<i>Conteúdo: Revisão teórica sobre quantidade de movimento Estratégia: a) utilização de slides b) demonstração da fórmula numérica <math>Q</math> d) discussão sobre segurança no trânsito Duração: 2 aulas seguidas de 50 min</i>
	<i>Atividade complementar: assistir dois vídeos - É ERRADO PEDALAR NA CONTRAMÃO?<sup>1</sup> - Colisões entre dois carrinhos (experimento)<sup>2</sup></i>
<i>Semana 2 (26/08/2022)</i>	<i>Atividade experimental de colisões (50 min)</i>
	<i>Atividade final (construção de texto argumentativo) (50 min)</i>
	<i>Questionário de encerramento (pós-atividade)</i>

Fonte: Autor (ano)

Na primeira semana foi aplicada a aula expositiva para as três turmas, 2 aulas seguidas por turma, trazendo a eles a teoria sobre os tipos de colisões e conservação da quantidade de movimento, um vídeo do experimento que seria realizado intitulado “Colisões entre dois carrinhos (experimento)” e um vídeo sobre o tema principal “É ERRADO PEDALAR NA CONTRAMÃO?”.

Foram separadas algumas perguntas a serem feitas aos alunos durante a aula, incentivando assim uma participação mais ativa deles:

Quadro 2 – Perguntas feitas aos alunos

<i>Perguntas</i>
<i>Alguém aqui já sofreu algum tipo de acidente andando de bicicleta?</i>
<i>Sabiam que existem regras de trânsito para ciclistas?</i>
<i>Alguém saberia me dizer qual o sentido correto que um ciclista deve seguir na pista?</i>
<i>Que argumentos devemos usar para levar em consideração as seguintes afirmações? (A) Uma carreta pode ter menor quantidade de movimento que uma bola de tênis. (B) Pode ocorrer de dois objetos de mesma massa e mesma velocidade apresentarem quantidades de movimento diferentes. (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 221).</i>

Fonte: Autor (2023)

<sup>1</sup> “É ERRADO PEDALAR NA CONTRAMÃO?”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XEnVGacCQ8o>

<sup>2</sup> “Colisões entre dois carrinhos (experimento)”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ICGXp2XonxQ>

A última pergunta teve como principal função preparar os alunos para as discussões que se seguiriam após a execução do experimento que seria feita em grupos.

Foram apresentados a eles os conceitos de velocidade relativa, quantidade de movimento e como escrever a energia cinética em termos de quantidade de movimento.

Na a segunda semana, foram preparados os materiais para a execução do experimento: carrinhos de plástico, pesos de metal, elástico de tecido. Cada grupo de alunos recebeu um kit com 2 carrinhos amarrados pelo elástico e dois conjuntos de pesos de metal, sendo 1 chapa separada e 2 unidas por fita adesiva, como na imagem da Figura 2.

*Figura 2 - Modelo de carrinho utilizado e as amostras de metal*



Fonte: Autor (2023)

A atividade foi realizada pelos alunos seguindo algumas orientações:

- a. Distanciar os carrinhos sem adicionar peso neles;
- b. Repetir a etapa anterior acrescentando 1 dos pesos, o menor;
- c. Repetir o mesmo processo, porém acrescentando a segunda amostra com 2 pesos.

Os alunos ficaram livres para reproduzir o experimento acrescentando os 3 pesos ou redistribuindo entre os carrinhos (2 contra 1, 3 contra 0, etc.), reduzindo ou aumentando a distância entre eles.

Foram propostos a eles 3 tipos de colisões a serem reproduzidos: a elástica, onde a quantidade de movimento  $Q$  dos corpos seria mantida antes e após a colisão; a parcialmente inelástica ou parcialmente elástica, onde haveria uma perda da velocidade após a colisão; e a perfeitamente inelástica, onde ocorreria a absorção total de  $Q$  de um dos corpos pelo outro.

A professora titular da turma auxiliou na organização e execução da atividade, trabalhando em conjunto com a pesquisadora atendendo a todos os grupos de alunos, passando de mesa em mesa e esclarecendo as dúvidas que surgiam.

A coleta de dados foi realizada através dos textos escritos pelos alunos que, após a realização do experimento, receberam uma folha com espaço para escreverem suas conclusões e responderem à pergunta sobre qual seria o sentido que um ciclista deveria seguir. O relatório não deveria se ater a valores numéricos, mas sim na elaboração de argumentos convincentes. Foram coletadas 22 atividades escritas, sendo 8 do 1º ano A 7 do 1º ano B e 7 do 1º ano C.

### Quadro 3 – Atividade Final

<i>Atividade Avaliativa</i>
<p><i>Escreva uma redação respondendo à pergunta: “É seguro andar de bicicleta na contramão?”.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Utilize as discussões feitas em sala de aula (o que aprendeu com o vídeo; o que a norma de trânsito estabelece; o que aprendeu sobre quantidade de movimento, impulso e colisões);</i></li> <li>- <i>Comente sobre os resultados do experimento, associando os tipos de impacto e suas implicações físicas no desenvolvimento (como, através do experimento podemos reproduzir os resultados de um acidente de trânsito)</i></li> <li>- <i>Apresente uma solução.</i></li> <li>- <i>Todo tipo de resposta é aceitável, desde que apresente uma justificativa, algo que apoie como um dado científico, e uma conclusão.</i></li> </ul>

Fonte: Autor (2023)

Posteriormente, foi aplicado um questionário para avaliar o desenvolvimento dos alunos após a realização das atividades e também como eles receberam a atividade.

### Quadro 4 – Questionário de encerramento

<i>Questionário pós atividade</i>
<i>O que achou do experimento?</i>
<i>Você conseguiu visualizar o princípio da conservação da quantidade de movimento?</i>
<i>Descreva as diferenças vistas por você nas 3 etapas do experimento: 1 - sem pesos, 2 - com pesos, 3 - com muito mais peso. Como foram as colisões?</i>
<i>Você acha que é possível discutir problemas da sociedade dentro das escolas?</i>
<i>Você acha que a ciência pode ser utilizada para entendermos esses problemas e buscarmos uma solução?</i>
<i>Você acha que a educação no trânsito deveria ser incluída nas escolas?</i>
<i>Se sim, que benefícios você acredita que poderia trazer a você como aluno e membro da sociedade?</i>

Fonte: Autor (2023)

### 4.3 ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO

Os trabalhos foram avaliados utilizando a estrutura de Toulmin, seguindo o trabalho realizado por Galvão (2020) em sua tese de doutorado sobre a *Interação Discursiva e Argumentação dos Alunos no Ensino de Física*, para separar os melhores textos escritos.

Galvão (2020) faz uma adaptação da estrutura de Toulmin (2006) para avaliar a qualidade dos argumentos, citando 3 elementos básicos: dado (D), uma garantia (W) e conclusão (C). Os argumentos ainda poderiam ser enriquecidos por elementos de refutação, apoio e algum tipo de qualificador.

Devido ao curto período de contato com os alunos, a análise foi feita através da presença dos 3 elementos básicos citados por Galvão (2020) para avaliar a qualidade e a construção dos argumentos, incluindo uma 4ª consideração que seria o tipo de solução apresentada pelos alunos, como foi solicitado na folha de atividade, com intuito de avaliar o potencial de desenvolvimento do pensamento crítico-social por parte deles.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante a aula realizada na semana 1, foram feitas perguntas relacionadas à quantidade de alunos que já haviam sofrido algum tipo de acidente de bicicleta e pediu-se que alguns descrevessem o ocorrido.

O quadro a seguir apresenta algumas das transcrições

Quadro 5 – Questionários sobre quem já havia se acidentado

<i>Já sofreu algum tipo de acidente envolvendo uma bicicleta?</i>	
<i>Aluno 1</i>	<i>“Sim, atropelou um cone em frente da quitanda.”</i>
<i>Aluno 2</i>	<i>“Sim, um caminhão pipa quase me atropelou e quando eu era mais nova eu caí andando de bike e acabei me machucando e estragando minha bike”</i>
<i>Aluno 3</i>	<i>“Só algumas quedas básicas de bike, nada demais e outra vez que quase fui pego por um carro por eu não ter olhado antes de atravessar.”</i>
<i>Aluno 4</i>	<i>“Sim caí da bicicleta enquanto outro ciclista passava ao meu lado”</i>
<i>Aluno 5</i>	<i>“Sim, uma moto bateu em mim e na minha mãe.”</i>
<i>Aluno 6</i>	<i>“Já, bati de frente com um ciclista e um carro e já caí da bicicleta diversas vezes.”</i>

Fonte: Autor (2023)

Foram compartilhados com os alunos três relatos, descritos no Quadro 6, de acidentes envolvendo bicicletas, duas com a pesquisadora e um com uma Pessoa A.

Quadro 6 – Relatos 1

(continua)

<i>Casos</i>	<i>Relatos</i>
<i>Caso 1</i>	<i>“Certa vez eu estava andando de bicicleta na ciclofaixa da ponte que fica na Av. Luis Carlos da Fonseca indo para casa depois do serviço. Isso ocorreu depois das 18h, já estava começando a escurecer. No meio do percurso eu encontrei um senhor vindo na minha direção, só que ele estava na contramão, ou seja, bem na minha frente. Eu mudei de sentido para que ele pudesse passar pela direita, porém ele trocou de sentido mais uma vez, então eu voltei pra minha mão. Por incrível que parece, o senhor trocou de mão mais uma vez e não pude evitar colidir com ele. Ele tinha uma daquelas bicicletas antigas barra forte e a minha era uma de alumínio. Eu caí no chão, o senhor não.”</i>
<i>Caso 2</i>	<i>“Uma vez eu fiz algo imprudente: virei uma esquina na contramão. Acabei dando de cara com outro ciclista e batemos de frente, nos dois caímos”</i>

## Quadro 6 – Relatos 1

(conclusão)

<i>Casos</i>	<i>Relatos</i>
<i>Caso 3</i>	<p>“Eu e a Pessoa A temos a mesma bicicleta, elas são idênticas mesmo. Um dia ele estava voltando do centro passando ali pela ponte metálica, ali tem uma ciclofaixa estreita de mão única para cada lado da ponte. Ali tem uma curva fechada bem no começo da ponte, nisso ele deu de cara com outro ciclista que estava descendo a ponte pela contramão e colidiu com ele de frente.</p> <p>Ele foi quem ficou pior, a bicicleta dele ficou destruída, sem contar que machucou muito o joelho e cotovelo. O senhor que estava na outra bicicleta ficou praticamente ileso.</p> <p>Perguntei a Pessoa A como era a bicicleta desse senhor, ele disse que era uma comum, mas daquelas antigas que eram bem pesadas.</p>

Fonte: Autor (2023)

Perguntou-se aos alunos se saberiam explicar o motivo das quedas em cada um dos casos. O intuito desse questionamento foi de verificar se os alunos conseguiriam associar a facilidade que uma bicicleta de alumínio tinha para se locomover, questionando se o peso das bicicletas teria alguma influência sobre os ocorridos e como a velocidade dos envolvidos interferiria.

Os alunos apresentaram hipóteses quanto aos motivos dos acidentes, apresentadas no Quadro 7, identificando tempo de reação, diferença de peso e velocidade nos três casos. Eles ainda comentam sobre o susto no caso 3, elemento destacado no vídeo “É ERRADO ANDAR NA CONTRAMÃO” como um dos causadores de acidentes na contramão.

## Quadro 7 – Comentários coletados dos alunos durante a discussão

<i>Situações</i>	<i>Respostas dos alunos</i>
<i>Caso 1</i>	<p>Aluno 1 – Vai ver o senhor não te viu, por isso ele trocou de pista ou devia ter problema de vista.</p> <p>Aluno 2 – Acho que devia ser porque você estava indo muito rápido</p> <p>Aluno 3 – Será que foi por causa das bicicletas? O modelo delas?</p>
<i>Caso 2</i>	<p>Aluno 1 – Acho que foi porque não deu pra ver se vinha outra pessoa.</p> <p>Aluno 2 – Por isso eu subo na calçada pra virar, viu como é perigoso?!</p> <p>Aluno 3 – Acho que a outra pessoa tomou um susto e perdeu o equilíbrio.</p>
<i>Caso 3</i>	<p>Aluno 1 – Era porque o outro cara estava na contramão, não é?</p> <p>Aluno 2 – Acho que foi por causa de ali ser uma subida, não dá pra ver nada nesse trecho.</p> <p>Aluno 3 – Vocês 2 tinham bicicletas iguais né, acho que foi porque as duas eram de alumínio. Eu vi que elas são mais leves.</p>

Fonte: Autor (2023)

Logo em sequência, eles foram questionados se existia um lado correto para os ciclistas, se seria no sentido dos carros ou se seria contrário a eles. Alguns dos alunos não souberam afirmar e, como esperado, um bom número respondeu que preferia andar olhando para os carros. Este último comentário foi o que deu origem a este trabalho, era o tipo de resposta que se esperava deles a fim de avaliar se esta percepção dos alunos era um senso comum ou não.

Com propósito de fazê-los avaliar suas próprias afirmações, pediu-se que eles tentassem convencer a professora de que era correto ou que não tinha problema andar do lado errado. Um aluno comentou que olhando para os carros seria mais fácil desviar deles, caso fosse necessário, que foi a justificativa utilizada pelos alunos nas três turmas avaliadas.

Em nenhum momento os alunos foram confrontados a desistirem dessa ideia, era essencial que eles guardassem este ponto de vista pois a proposta da atividade era que os alunos provassem suas opiniões por meio de argumentos.

Era essencial ter uma noção do quanto os alunos sabiam sobre segurança no trânsito, por este motivo eles foram questionados sobre o conhecimento ou não das leis de trânsito apresentando-se a eles os artigos que falam sobre bicicletas.

Art. 58 - Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores.

[...]

Art. 255 - Conduzir bicicleta em passeios onde não seja permitida a circulação desta, ou de forma agressiva, em desacordo com o disposto no parágrafo único do art. 59:

- Infração - média;
- Penalidade - multa;
- Medida administrativa - remoção da bicicleta, mediante recibo para o pagamento da multa.

Chegou-se à conclusão que os alunos não conheciam essas normas.

Toda essa discussão foi feita utilizando exemplos da vida cotidiana e relatos pessoais para tornar o tema mais próximo dos alunos. Além dos relatos descritos no Quadro 6, também foram citadas outras duas situações que serviram para dar contexto às normas de trânsito, a transcrição das falas desse momento está no Quadro 8.

Quadro 8 – Relatos 2

<i>Casos</i>	<i>Relatos</i>
<i>Caso 1</i>	<p><i>Professora - Vocês sabiam que é proibido andar de bicicleta na calçada? Uma vez eu estava no centro e subi com minha bicicleta no calçadão. Dei azar de encontrar um grupo de 3 policiais, daqueles que fazem o patrulhamento com bicicleta. Um deles olhou para mim na hora e disse 'moça, você não pode andar de bicicleta aqui, você vai ter que descer dela'. Eu não pensei duas vezes e desci.</i></p> <p><i>Alunos – o que ele podia fazer?</i></p> <p><i>Professora – pelas normas de trânsito ele poderia recolher minha bicicleta ou aplicar uma multa por andar no passeio público, é assim que se chamam as calçadas. Desde então, nunca mais andei na calçada, mesmo que eu seja uma das únicas pessoas que faça isso na praça do centro, porque parece que ninguém respeita isso.</i></p>
<i>Caso 2</i>	<p><i>Professora – Na escola onde eu estudei, eles costumavam fazer uma atividade com os alunos do primário de educação no trânsito. Não existe mais isso, acho que minha turma foi uma das últimas.</i></p> <p><i>A escola convidava uns agentes de trânsito que montavam uma 'pista' no pátio da escola, lá eles simulavam uma rotatória e uma rua curta, e levavam algumas bicicletas que representariam os carros. Os alunos formavam uma fila e na sua vez você deveria passar pelo cruzamento.</i></p> <p><i>A rotatória tem um sentido correto de se entrar, eu como uma criança, não sabia. Quando foi a minha vez, eu entre no sentido oposto, na contramão, na mesma hora o agente me chamou e disse que eu poderia acabar batendo no outro 'carro', e me deu uma multa. Até hoje não entro na rotatória de bicicleta junto com os carros, não quero ganhar outra 'multa'.</i></p>

Fonte: Autor (2023)

Foi apresentado aos estudantes no final da aula um vídeo, já citado no capítulo anterior, que trata sobre qual a noção geral que temos sobre o sentido de circulação das bicicletas. O vídeo traz os dois lados da situação: o que se deve fazer e o que podemos fazer em caso de não haver um caminho próprio. A autora do vídeo, Falzoni (2021), comenta o porquê é muito comum encontrarmos ciclistas andando no sentido contrário aos carros. Segundo a mesma é devido ao antigo código de trânsito que classificava o ciclista como um pedestre e não como um motorista de um veículo. O código de trânsito foi alterado em 1998 e, a partir deste ano, passou a vigorar a nova regra onde a bicicleta se torna um veículo simples e quem a conduz passa a ser um motorista.

No mesmo vídeo é apresentado um termo que alguns alunos utilizaram durante a discussão, as rotas de desejo. Linhas ou rotas de desejo são rotas alternativas que podemos chamar de atalhos, são muito úteis e nos ajudam a economizar tempo, seja a pé ou de bicicleta. É muito comum vermos ciclistas utilizando dessas rotas de desejo, como, por exemplo em ruas

de mão única ou avenidas muito movimentadas. Nesses casos o ciclista adapta seu percurso para evitar ter que dar uma volta muito extensa ou se expor a perigos, isso inclui andar sobre o passeio público.

Este trabalho considera a bicicleta como um meio de transporte, um veículo simples de duas rodas sujeito ao cumprimento das normas de trânsito. Partindo deste princípio, os alunos ciclistas foram considerados motoristas em potencial, tendo sido ressaltado este ponto com eles, mediante o comentário “*vocês sabiam que vocês são motoristas? A bicicleta vai ser o primeiro de muitos veículos que vocês poderão conduzir.*”. A intenção era de elevar a preocupação deles como frequentadores das pistas e a instigá-los a cuidarem de sua própria segurança.

Na semana 2, as atividades foram divididas nos dois períodos de aula. Os primeiros 50 minutos foram reservados a atividade experimental com as três turmas. Foram formados grupos de 4 à 6 estudantes, cada grupo recebeu um kit para o exercício junto com uma folha de instrução.

Outro ponto que se queria avaliar era a capacidade de os alunos entenderem os conceitos de física sem precisarem necessariamente de números. A discussão sobre qual seria o sentido correto continuou durante a aula experimental, com muitos alunos elaborando suas teorias, falando principalmente em velocidade relativa e tempo de reação. Eles utilizaram os próprios materiais fornecidos para tentar convencer outra pessoa do seu ponto de vista.

Os outros 50 minutos de aula foram reservados a escrita dos argumentos.

Das 22 atividades coletadas, foram selecionadas 12, 4 de cada turma, que apresentaram os 3 elementos básicos de um argumento como citado no capítulo anterior, os textos serão apresentados no Quadro 9, a seguir, destacando principalmente os elementos D, W e C. Foram transcritos alguns trechos dos argumentos feitos pelos alunos que respondia à pergunta “é errado andar de bicicleta na contramão?”:

Quadro 9 – Argumentos escritos pelos estudantes

(continua)

<i>Grupos</i>	<i>Textos elaborados pelos alunos</i>
<i>Grupo 1 (A)</i>	<i>Não é seguro andar na contramão (C)[...], se um carro bater de frente com uma bicicleta pode causar um estrago (D) porque a bicicleta é muito mais leve, [...] a bicicleta pode voar e quebrar causando ferimentos graves [...]. (W)</i>  <i>Uma solução é explicar para as pessoas com a ajuda de panfletos ou palestras para mostrar que é perigoso andar na contramão. (C)</i>

## Quadro 9 – Argumentos escritos pelos estudantes

(continuação)

Grupos	Textos elaborados pelos alunos
Grupo 2 (A)	<p><i>Não, a segurança é vital no trânsito e anda na contramão é o oposto disso. (C) [...] Quando um corpo está vindo de encontro com o outro (D), o que está a sua frente parece mais rápido, então o tempo de reação é muito curto[...].</i></p> <p><i>Através de fórmulas físicas podemos dizer que o corpo com menor massa sofrerá maiores consequências (W). Acreditamos que para evitar mais acidentes precisamos de mais ciclofaixas nas cidades, placas de sinalização e conscientização para motoristas e ciclistas. [...] (C)</i></p>
Grupo 3 (A)	<p><i>Não é seguro (C) andar de bicicleta na contramão (D) porque as chances de acontecer um acidente são maiores. (W)[...]</i></p> <p><i>O ciclista iria sofrer sérios danos porque o carro ou caminhão possuem massas muito maiores que de uma bicicleta. (W) [...] A colisão entre eles faria com que o ciclista absorvesse muita energia do impacto em relação a um veículo (B), assim o ciclista tombaria ou seria arremessado. (C)</i></p> <p><i>Chegamos a este resultado após realizar o experimento com os caminhões de brinquedo, [...] experimentando várias probabilidades de colisões. (D)</i></p>
Grupo 4 (A)	<p><i>É errado (C) andar na contramão (D), porque infringe as leis de trânsito e pode terminar em acidentes leves ou graves. (W)</i></p> <p><i>Através do experimento com carrinhos de brinquedo (W), chegamos à conclusão que a maior massa prevalecerá sobre a menor, causando danos ao corpo menor.</i></p>
Grupo 5 (B)	<p><i>“Não é seguro andar na contramão (C), assim como vimos nos vídeos e até mesmo na vida real, vemos pessoas sofrerem acidentes porque não estavam andando nas ciclovias ou porque não estavam respeitando as normas (D). Mas os acidentes nem sempre são de responsabilidade do ciclista, as vezes é culpa do motorista que não viu o ciclista na rua [...]”</i></p> <p><i>[...] fizemos um experimento e através dele, observamos que o caminhão vazia tinham menos energia que o cheio de placas. [...] Quando eles batiam um no outro, vimos que o caminhão com mais energia sofria menos enquanto o outro sofria um grande impacto. [...] (D) O mesmo aconteceria com um carro e uma bicicleta.</i></p> <p><i>Uma solução eu o grupo pensou foi fazer cartazes e folhetos, não apenas para a escola, mas para a cidade também. Não adianta deixar só as gerações futuras conscientes, a geração passada tem que se conscientizar também. (C)”</i></p>
Grupo 6 (B)	<p><i>“Não é correto (C), pois se você está indo da contramão e vem uma pessoa na mão certa, ela não vai ter muito tempo para reagir, podendo causar um impacto, podendo os dois se machucarem. (W)</i></p> <p><i>De acordo com o experimento que fizemos na sala, quando temos um automóvel com muito mais massa do que o outro (D), na hora do impacto, a energia total se divide entre os dois automóveis (W), assim o que tiver menos massa vai absorver mais. (C)</i></p> <p><i>[...] para que isso não aconteça podemos colocar mais sinalização nas ruas e também conscientizar as pessoas, não só os ciclistas, mas também os automóveis que estão na rodovia.”</i></p>

## Quadro 9 – Argumentos escritos pelos estudantes

(continuação)

Grupos	Textos elaborados pelos alunos
Grupo 7 (B)	<p>“Em parte não (C), porque tanto o motorista quanto o ciclista conseguem ver um ao outro, às vezes é preciso. (D)</p> <p>Porém se formos observar pelo experimento (D), vemos que o veículo com mais massa danifica o veículo mais leve (W) o que poderia acontecer em um acidente. (C)”</p>
Grupo 8 (B)	<p>“Tem pontos bons e ruins (C) quanto a andar de bicicleta na contramão. Se (B) você andar na contramão, você tem uma visão dos carros e eles também tem da sua. Então há chances de evitar um impacto desviando um do outro. (W, lado bom) [...], Mas se acontecer um acidente, o ciclista sofreria mais com a colisão. (W, lado ruim)</p> <p>A gente viu na aula e no experimento (D) que o corpo com menos massa sofre mais porque ele não aguenta a quantidade de movimento transferida para ele de um corpo com mais energia (W). Assim, um acidente com um ciclista poderia ser fatal. (C)</p> <p>Uma solução que poderia ajudar seria usar retrovisores nas bicicletas (D), porque sempre tem os motoristas que ignoram o ciclista (W) e com eles seria uma maneira de ver os carros e evitar acidentes. (C)”</p>
Grupo 9 (C)	<p>“Segundo a norma de trânsito brasileira, é (C) [...], porém como citado no vídeo, a linha ou rota de desejo deve ser respeitada. (D)</p> <p>Temos também que a massa dos objetos, juntamente da velocidade e direção interferem numa colisão (C). Se uma bicicleta estiver em frente à um carro [...] e eles colidirem (D), a massa e velocidade do carro serão distribuídos a massa e velocidade da bicicleta [...] fazendo o ciclista sair voando enquanto o motorista poderia sair ileso como vimos no experimento. (W)</p> <p>Após estas situações podemos concluir que é errado andar na contramão, porém o uso das linhas de desejo pode ser necessário, por poupar tempo e evitar uma volta enorme e chegar ao local de interesse. (C)”</p>
Grupo 10 (C)	<p>“Na minha opinião é errado (C), porque se acontecer um impacto o ciclista sai mais ferido por ele não suportar a transferência de energia se bater com um caminhão[...]. (W)</p> <p>A colisão com os dois caminhões sem as placas foi parecida. Na colisão com um só deles tem uma placa de metal (D), o que sofre mais é o caminhão vazio porque ele não é tão pesado quanto o outro. (C)</p> <p>Seria bom ter mais faixas de ciclismo (C), mas também o ciclista pode andar na contramão quando não tiver outra opção principalmente quando o local que você deseja ir está do outro lado e não tem uma faixa por perto. (R)”</p>

Quadro 9 – Argumentos escritos pelos estudantes

(conclusão)

Grupos	Textos elaborados pelos alunos
Grupo 11 (C)	<p>“Não, mas algumas pessoas acham certo ou fazem isso sem saber que estão andando na contramão, outros com consciência, mas com segurança. (C)</p> <p>Quando uma moto e um carro batem de frente, (D)[...] quem vai ter uma destruição maior e a moto por ela tem menos massa que um carro. [...] Isso envolve velocidade, tamanho, massa e direção que está indo. A moto vai receber mais energia na colisão podendo ser totalmente destruída por não suportar essa energia. (W) O mesmo vai acontecer com uma bicicleta, podendo o dano ser ainda maior ou pequeno, tudo isso depende da massa e velocidade. (C)</p> <p>Deve-se prestar totalmente a atenção em placas de trânsito, e a mesma coisa serve para a bicicleta que também tem que receber multas [...]. Ir na contramão é errado mesmo que sendo algo tão pequeno. (C)”</p>
Grupo 12 (C)	<p>“Não, é meio obvio que não é seguro, mas a física explica isso com mais detalhes. (C)</p> <p>O veículo que vier na contramão, provavelmente terá uma quantidade de energia maior que a bicicleta, ao se baterem a bicicleta receberá parcialmente a energia do carro. (W) No experimento (D) o carro com mais energia sobrecarrega o carro com menos energia [...] podendo causar danos gravíssimos.</p> <p>Mesmo com avisos e sinalizações, muitos ainda cometem esse erro colocando a própria vida em risco (D). Para diminuir os acidentes seria viável que [...] aplicar as regras/leis tanto para os ciclistas quanto para os motoristas (W). Devemos cobrar mais placas de aviso, sinalizações de trânsito e guardas.”</p>

Fonte: Autor (2023)

Analisando os textos escritos nota-se que há uma convenção por parte dos alunos do que poderia acontecer no caso de uma colisão, que citam a diferença de massa entre os dois corpos como fator chave. A maioria atribui os resultados a essa diferença nos objetos utilizados, talvez pela aparente fragilidade do caminhão vazio, como podemos ver pelo relato do grupo 4, ao dizerem que a “[...] maior massa prevalecerá sobre a menor, causando danos ao corpo menor”.

Ainda podemos identificar o termo energia em algumas redações. Eles entenderam que havia uma quantidade de energia envolvida nas colisões e que a velocidade e a massa dos objetos deveriam ser consideradas, lembrando o que havia sido comentado com eles durante a aula anterior. Podemos encontrar evidências disso nos seguintes trechos escritos pelos grupos 9 e 11, respectivamente: “Temos também que a massa dos objetos, juntamente da velocidade e direção interferem numa colisão”, “Isso envolve velocidade, tamanho, massa e direção que está indo”.

Um bom número de alunos afirma que é errado andar na contramão, porém notou-se durante a atividade escrita uma dificuldade deles em provar o oposto, que poderiam andar na contramão, visto que nas discussões feitas em sala de aula na semana anterior muitos afirmaram que achavam não ser de todo ruim descumprir essa norma de trânsito. Foi identificado que, apesar de acreditarem nisso, eles não conseguiam encontrar uma garantia (W) adequada. A defesa para esta linha de raciocínio era um pouco mais difícil, mas não impossível, sabia-se que os alunos encontrariam dificuldades para escrever.

Foram encontrados quatro textos, de todas as atividades recolhidas, em que os grupos conseguiram falar sobre as ocasiões onde andar no sentido contrário à sua mão de direção não seria totalmente incorreto. Estes grupos foram o 7, 8, 9 e 11, citados no Quadro 7, os quatro apresentando respostas semelhantes à pergunta apresentada a eles: é errado andar na contramão? sim e não.

O grupo 7 admite que não é totalmente errado, pois há uma certa segurança, mas logo em seguida admite que o experimento mostrou que é perigoso.

O grupo 8 admite que há pontos bons e ruins e defende o argumento nas duas situações. Primeiro os alunos comentam que há chances de evitar um acidente pelo fato de poder olhar o carro vindo ao seu encontro, assim, segundo eles, seria possível desviar com mais facilidade. Defendendo os pontos ruins, o grupo fala sobre os resultados observados com o experimento que foi executado utilizando argumentos científicos, que pode-se ver no trecho “*ele (o ciclista ou corpo com menor quantidade de movimento) não aguenta a quantidade de movimento transferida*”.

O grupo 9 fala que é errado, mas que as rotas de desejo devem ser respeitadas. Os alunos constroem seus argumentos colocando a garantia que dá suporte ao trecho “*segundo a norma de trânsito brasileira, é [...]*”. Eles então concluem dizendo que é errado, mas que há situações em que pode ser necessário recorrer às linhas de desejo, argumento sustentado pelo vídeo de Falzoni (2021). Este grupo ainda demonstra ter compreendido o princípio da conservação de movimento, como aponta o trecho “[...] *a massa e velocidade do carro serão distribuídos a massa e velocidade da bicicleta [...]*”. Mesmo sem nomear os termos de maneira adequada os alunos mostram perceber que a diferença de peso e velocidade dos envolvidos afetará o resultado da colisão.

O grupo 11 traz comentários semelhantes aos do grupo 8 dizendo que isto é uma prática errada, mas que algumas pessoas sabem onde e quando podem andar na contramão. Este grupo de alunos preferiu associar o carrinho mais leve do experimento, o que não continha as chapas de metal, como uma moto.

Quanto à capacidade de resolver problemas, encontra-se um certo padrão de respostas dadas por eles que pode ser separado em trabalhos de conscientização e cobrança política. O objetivo de utilizar uma temática CTS era despertar nos alunos o interesse pela participação social na comunidade, e em suas respostas percebeu-se níveis variados de comprometimento.

Por um lado, um bom grupo de alunos considera uma outra alternativa mais palpável, mais rápida de ser aplicada que seria a conscientização da população. Como meios de transmitir suas mensagens, eles escolheram utilizar recursos como folhetos, cartazes e banners, suas intenções era de espalhar esse material pela escola e também aos arredores do bairro.

O segundo grupo de alunos optou por uma iniciativa mais ativa socialmente. Durante as discussões na primeira semana, levantou-se essa questão da participação social, sobre quais eram seus direitos e deveres e onde se encaixavam na comunidade. Eles entenderam que parte dos problemas que aconteciam no trânsito era decorrente de um certo descaso dos administradores públicos, visto pela falta de fiscalização nas ruas, a baixa oferta de vias próprias para os ciclistas, a manutenção precária das pistas já existentes, etc. Com isso, estes alunos concluíram que o dever deles era o de cobrar essas ações públicas.

Além dessas soluções, há alunos mais curiosos e interessados em fazer modificações ou melhorias nas tecnologias existentes. Caso este o do grupo 8 que apresentou uma solução diferente dos demais: adotar o uso de retrovisores. Na sala de aula, os integrantes deste grupo perguntaram se o espelho poderia ser uma solução. Do ponto de vista deles a bicicleta era como uma moto simples, portanto o que lhe faltava para melhorar sua segurança seriam os espelhos. Foi comentado com estes alunos que era comum algumas bicicletas novas virem com um espelho no kit, mas que a maioria das pessoas não o instalava e descartava.

Os alunos viram que há um potencial em trazer esse tipo de discussão para a sala de aula, muitos afirmaram que acreditam que não só a física, mas outras disciplinas deveriam trabalhar temas mais voltados para a sociedade. Quando perguntados se a educação no trânsito deveria ser incluída nas escolas, eles responderam positivamente, citando ainda os benefícios que acreditam que poderiam lhes ser proporcionados, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – Benefícios da educação no trânsito do ponto de vista dos alunos.

(continua)

<i>Alunos</i>	<i>Textos elaborados pelos alunos</i>
<i>Aluno 1</i>	<i>Aprender mais sobre o trânsito e também ajudar quando for tirar carteira de motorista.</i>
<i>Aluno 2</i>	<i>A conscientização das pessoas no trânsito.</i>

Quadro 10 – Benefícios da educação no trânsito do ponto de vista dos alunos.

(conclusão)

<i>Alunos</i>	<i>Textos elaborados pelos alunos</i>
<i>Aluno 3</i>	<i>Estaríamos cientes de como agir corretamente no trânsito.</i>
<i>Aluno 4</i>	<i>Evitando acidentes e conscientizar ao dirigir.</i>
<i>Aluno 5</i>	<i>O desenvolvimento do conhecimento e habilidades para ser um melhor cidadão.</i>
<i>Aluno 6</i>	<i>É uma conscientização necessária para melhorar o convívio como sociedade.</i>
<i>Aluno 7</i>	<i>Conscientizar não só a mim mais como aos meus colegas também.</i>
<i>Aluno 8</i>	<i>Posso ter mais conhecido sobre o trânsito o que pode diminuir os acidentes</i>
<i>Aluno 9</i>	<i>Acho que ajudaria muito, já que estaríamos entendendo as leis de trânsito, o que diminuiria o índice de acidentes, na minha opinião.</i>
<i>Aluno 10</i>	<i>Um conhecimento "avançado" sobre a área, onde poderei saber o que é (em algumas situações) "certo e errado", perante a veiculação de bicicletas, etc.</i>

Fonte: Autor (2023)

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido pensando na necessidade de se aplicar temas que servissem de contexto para o Ensino de Física. Pensar em física, como a disciplina funciona além das contas e teorias, é algo que deve ser valorizado no ensino dentro das escolas. Percebeu-se que dentro das escolas muitos alunos ainda têm dificuldade em entender como a física funciona, mas com as discussões e interações proporcionadas pela atividade aqui descrita, os alunos começaram pouco a pouco a utilizar suas palavras para dizerem quais os princípios físicos eles conseguiram observar.

A atividade foi planejada com base em um problema, a segurança no trânsito, e como este assunto pode ser abordado dentro do Ensino de Física. A maneira que se encontrou para trabalhar este tema foi transportando o tipo de veículo que encontramos nos enunciados de exercícios, os carros, por algo mais realista e próximo da realidade dos alunos, a bicicleta, que poderia proporcionar uma relação mais rápida do evento com as leis da física.

O enfoque CTS foi utilizado por proporcionar uma discussão mais aberta quanto ao excessivo número de carros que circulam pela cidade, a má adequação das pistas para comportar todos os tipos de veículos e a falta de segurança para veículos menores como bicicletas e ciclomotores. A busca por uma vida mais ativa e saudável, além da necessidade de um meio de transporte mais barato, fez com que muitas pessoas optassem por trocar seus carros e motos por bicicletas, algo que pode ser notado em Guaratinguetá, que além desses casos possui muitos grupos de ciclistas esportivos. Não há espaço nas pistas, principalmente nas estradas de fundo de vale, muito comuns em Guaratinguetá.

O trabalho foi dividido em momentos de discussão e sensibilização, experimentação e construção de argumentos. Foi planejado uma trilha que permitia trabalhar os dados, ver como a física prevê as consequências das colisões em determinadas ocasiões, identificar qual o papel da sociedade neste assunto e como os alunos poderiam resolver este problema.

Um ponto de interesse foi a utilização de relatos reais para ajudar os alunos a contextualizarem os eventos. Notou-se que os alunos se sentiram mais à vontade em compartilhar suas experiências fazendo comentários sobre os exemplos, comparando com as suas.

Antes e depois do experimento valorizou-se esse espaço cedido a eles para argumentarem, frequentemente eles iam até a professora e comentavam sobre seus pontos de vista, pois queriam saber se eram válidos ou não.

Após realizarem a atividade vê-se uma mudança no pensamento dos alunos, parte deles se convence de que o que acreditavam não era totalmente certo, no caso o grupo de alunos que não via problemas em andar na contramão, como visto pelo Grupo 7, que no início defendiam que era correto a bicicleta andar no sentido oposto ao dos carros, porém, após a realização da atividade, admitiram que há riscos.

Todos os grupos de alunos conseguiram defender as duas linhas de pensamento de maneira eficaz, por meio de argumentos consistentes de acordo com o padrão de Toulmin. Na maioria dos casos, os estudantes conseguiram provar que é possível enxergar as condições em que certos eventos nem sempre causaram prejuízos.

O objetivo de trazer essas reflexões foi atingido com sucesso. Foi possível ver pelos relatos presentes no quadro 9 que houve uma mudança no pensamento dos alunos. No geral, eles entenderam que o problema da segurança no trânsito estava nas boas práticas de ambos os lados, tanto dos ciclistas quanto dos motoristas de carros pesados.

Também foi possível perceber a capacidade de os alunos solucionarem problemas. Relatos como o do grupo que sugeriu o uso de retrovisores mostram que essas crianças têm potencial para imaginar soluções, elas possuem uma criatividade que as permite ir além do básico. Talvez os alunos sejam muito subestimados, principalmente aqueles que frequentam escolas públicas próximas a regiões onde há uma certa carência financeira.

A física deve ser lecionada além dos currículos e apostilas e, como visto neste trabalho, há diversas maneiras de se trabalhar os conteúdos desta disciplina que permitem agregar muito valor aos alunos, tanto socialmente como intelectualmente.

## REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade:** e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel N. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.31, n.01, p. 329-357, 2015.

FALZONI, Renata. **É errado pedalar na contramão?**. YouTube, 27 abr. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XEnVGacCQ8o>. Acesso em: 24 set. 2022.

GALVÃO, Idmaura Calderaro Martin. **Interação discursiva e argumentação dos alunos no Ensino de Física**. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência-Área de concentração: Ensino de Ciências). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2020.

GONTIJO, Lucas de Alvarenga. **Teorias da argumentação estudos sobre Stephan Toulmin**. YouTube, 04 maio 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZWqO7U6pYPs>. Acesso em: 08 fev. 2023.

OLIVEIRA, Ivânia de; MIZUKOSHI, José Kenichi. “Colisões”; Leis de Conservação (UFABC). Disponível em: <https://progp.ufabc.edu.br/mnpef-sites/leis-de-conservacao/colisoes/>. Acesso em: 23 set. 2022.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari M.C. Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque cts para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Ponta Grossa, PR, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

RUPPENTHAL, Raquel; **A habilidade argumentativa e a capacidade de resolver problemas nos anos finais do Ensino Fundamental**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2017.

SALGADO, Diego. **Entenda por que um ciclista deve ocupar a faixa quando pedala em uma via**. [São Paulo], 16 set. 2020; Uol Carros. Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/colunas/pedala/2020/09/16/por-que-o-ciclista-deve-ocupar-a-faixa-quando-pedala-em-uma-via.htm>. Acesso em: 23 set. 2022.

SÁ, Luciana Passos; KASSEBOEHMER, Ana Claudia; QUEIROZ, Salete Linhares. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 03, p. 147-170, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epcc/a/WfDs8R99nzsc6QPntc8F5Vt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 fev. 2023.

SEPULVEDA, Claudia; EL-HANI, Charbel Niño. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. **Investigações Em Ensino De Ciências**, v. 1, n.1, p. 29–51, 2006. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/501>. Acesso em: 08 fev. 2023.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Colisões; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/colisoes.htm>. Acesso em: 23 set. 2022.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese (Doutorado em Ciências/Ensino de Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. Colisões elásticas e inelásticas; **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/colisoes-elasticas-inelasticas.htm>. Acesso em: 23 set. 2022.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio**. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v.1.

### ANEXO A – Pesquisa feita com os alunos

<i>Questionário final</i>
<i>1 – Qual o ano do seu nascimento?</i>
<i>2 – Qual sua turma?</i>
<i>3 – Qual o principal motivo que o levou a estudar nessa escola?</i>
<i>4 – Além do ensino básico, você está matriculado em outro curso?</i>
<i>5 – Você possui uma bicicleta? Se sim, descreva brevemente com que objetivos você a usa (ir trabalhar, ir a escola, lazer...)</i>
<i>6 – Já sofreu algum tipo de acidente envolvendo uma bicicleta? Se sim, descreva brevemente.</i>
<i>7 – Você participou da atividade experimental de colisões?</i>
<i>8 – O que achou do experimento?</i>
<i>9 – Você conseguiu visualizar o princípio da conservação da quantidade de movimento?</i>
<i>10 – Descreva as diferenças vistas por você nas 3 etapas do experimento: 1 - sem pesos, 2 - com pesos, 3 - com muito mais peso. Como foram as colisões?</i>
<p><i>11 – No nosso atual código de trânsito temos algumas leis específicas para ciclistas:</i></p> <p><i>Art. 58 - Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores.</i></p> <p><i>Art. 255 - Conduzir bicicleta em passeios onde não seja permitida a circulação desta, ou de forma agressiva, em desacordo com o disposto no parágrafo único do art. 59:</i></p> <p><i>Infração - média;</i>  <i>Penalidade - multa;</i>  <i>Medida administrativa - remoção da bicicleta, mediante recibo para o pagamento da multa.</i></p> <p><i>Você tinha conhecimento sobre essas leis?</i></p>
<i>12 – Você acha que é possível discutir problemas da sociedade dentro das escolas?</i>
<i>13 – Você acha que a ciência pode ser utilizada para entendermos esses problemas e buscarmos uma solução?</i>
<i>14 – Você acha que a educação no trânsito deveria ser incluída nas escolas?</i>
<i>15 – Se sim, que benefícios você acredita que poderia trazer a você como aluno e membro da sociedade?</i>

## ANEXO B – PLANO DE AULA

<b>TEMA:</b> Segurança no trânsito - ciclismo	
<b>I – Identificação:</b>	
Escola: EE Prof. José Pereira Eboli	Ano/ Semestre: 2022/ 1º
Componente Curricular: Física	Professora: Vanessa Gayean
Turma: 1º ano do Ensino Médio	Grupo:Residência Pedagógica
<b>II – Objetivo Geral e Específico:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elucidar aos alunos do ensino médio as implicações físicas envolvidas nos acidentes de trânsito, mais especificamente colisões que envolvam ciclistas e pedestres para incentivar as boas práticas como sendo um.</li> <li>• Permitir aos alunos um melhor entendimento dos tipos de colisões.</li> <li>• Contextualizar os alunos sobre acidentes de trânsito e tipos de colisões.</li> <li>• Conscientizar os alunos dos riscos do não cumprimento das normas de trânsito, inclusive as que existem para ciclistas afim de incentivá-los a respeitá-las e cumpri-las.</li> </ul>	
<b>III - Conteúdo:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de experimento com carrinhos de plástico e alguns pesos para simular colisões frontais entre carros.</li> <li>• Uso do simulador (PHeT): <a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/collision-lab">http://phet.colorado.edu/en/simulation/collision-lab</a></li> </ul>	
<b>IV – Pré-requisitos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecânica</li> <li>• Cinemática (Referencial, trajetória, MRU, MRUV)</li> </ul>	
<b>V - Metodologia:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo de aula estimado: 4 aulas</li> </ul> <p>Recomenda-se que as aulas sejam divididas em dois momentos, 1º para discutir sobre quantidade de movimento e tipos de colisões (elástica, parcialmente elástica e inelástica) e apresentar o simulador. O 2º momento seria destinado a execução do experimento e discussão do tema.</p>	
<b>CONTEÚDO</b>	
<b>Quantidade de Movimento</b>	

Já repararam na infinidade de tamanhos e modelos de automóveis que encontramos nas ruas? Temos muitos carros, caminhões, motos e bicicletas dividindo o mesmo espaço no trânsito.

Ao pararmos por um instante e olharmos para os carros parando num semáforo e repararmos nas motos, veremos que muitas delas cortam os carros para ficarem a frente da pista e saírem antes dos outros. Às vezes algumas dessas motos surpreendem motoristas pois elas conseguem fazer esse tipo de manobra muito rápido, o fato é que como as motos são relativamente mais leves que os carros elas conseguem atingir uma velocidade ou frear com mais rapidez que um carro ou caminhão. Partindo dessa ideia um carro leva mais tempo para atingir a mesma velocidade que uma moto por ser mais pesado, ou seja, por ter uma maior quantidade de movimento.

Podemos definir a quantidade de movimento como o produto da massa do objeto pela sua velocidade medida em  $N \cdot s$  ( $kg \cdot m/s$ ):

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{V}$$

### **Impulso**

Quando queremos mover um objeto como uma bolinha de gude sobre uma mesa, normalmente damos um leve empurrão para fazê-lo sair do lugar. Semelhantemente ocorre quando empurramos alguém num balanço ou chutamos uma bola, no caso do balanço o que mais poderia ser feito para chegar a uma certa altura? *Deixe que os alunos façam suas conclusões, esperasse que a palavra IMPULSO seja dita por eles.*

Esse ato de aplicar uma força por um determinado período de tempo é chamado de impulso, uma grandeza física vetorial que modifica a quantidade de movimento de um objeto

Podemos escrever sua equação da seguinte forma:

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

Quanto maior a força aplicada, maior será o impulso. O mesmo vale para a quantidade de tempo. O impulso será calculado em  $N \cdot s$  ( $kg \cdot m/s$ ).

### **Teorema do impulso**

Ao aplicarmos um impulso durante um certo intervalo de tempo teremos:

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

Onde  $\vec{I}_R$  é o impulso resultante ( $kg \cdot m/s$ ),  $\vec{F}_R$  a força resultante (N) e  $\Delta t$  a variação de tempo (s):

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$\vec{I}_R = m \cdot \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$\vec{I}_R = m \cdot \Delta \vec{V} = \Delta \vec{Q}$$

$$\vec{I}_R = \vec{Q}_f - \vec{Q}_i$$

$$\vec{I}_R = m \cdot \vec{V}_f - m \cdot \vec{V}_i$$

Ou seja, o impulso realizado sobre um objeto por um período de tempo vai ter o mesmo valor que a variação da quantidade de movimento.

Se não houver nenhuma força externa no sistema, a quantidade de movimento se conserva. Nesses casos o impulso é nulo:

$$\vec{I}_R = \vec{Q}_f - \vec{Q}_i$$

$$0 = \vec{Q}_f - \vec{Q}_i$$

$$\vec{Q}_f = \vec{Q}_i$$

### Colisões

As colisões são interações entre dois ou mais corpos, inicialmente livres (sem interação prévia). Esses eventos geralmente interferem no estado final dos corpos, alterando a velocidade e quantidade de movimento consequentemente.

Um ótimo exemplo para visualizar colisões são bolas de bilhar. Nesse exemplo, podemos entender um pouco a relação de transferência de energia que ocorre nas colisões. Geralmente o impacto de uma bola em outra ocasiona um deslocamento focado em direcionar a bola no buraco, este conceito é utilizado amplamente no bilhar.

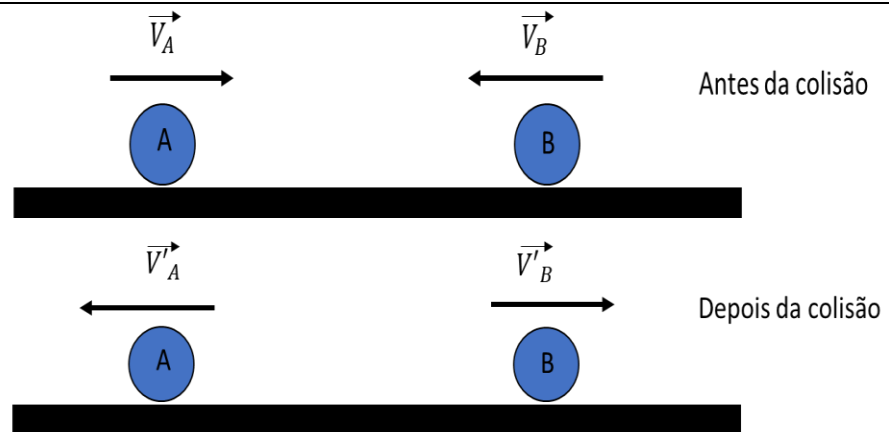
### Características das Colisões

Neste trabalho vamos retratar as colisões mais comuns, que consideram sistemas isolados de forças externas. Ou seja, vamos considerar que a quantidade de movimento será conservada, uma vez que não haverá forças externas para dispersar energia a não ser pela colisão.

$$\vec{Q}_{Após} = \vec{Q}_{Antes}$$

Também iremos considerar apenas colisões unidimensionais frontais. Por isso, exemplos como o da bola de bilhar podem ser simplificados momentaneamente.

Exemplo de colisão:



Neste exemplo de colisão unidimensional frontal podemos aplicar a conservação da quantidade de movimento.

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

$$\vec{Q}_{Após} = \vec{Q}_{Antes}$$

$$7 \quad m_A \cdot \vec{V}'_A + m_B \cdot \vec{V}'_B = m_A \cdot \vec{V}_A + m_B \cdot \vec{V}_B$$

### Coefficiente de restituição

As principais conclusões relacionadas às colisões são tomadas a partir do coeficiente de restituição. Em uma colisão unidimensional, ele é definido como a razão entre o módulo da velocidade relativa de afastamento (depois da colisão) e o módulo da velocidade relativa de aproximação (antes da colisão).

$$e = \frac{V_{af}}{V_{ap}}$$

Onde,

$$V_{ap} = V_B - V_A$$

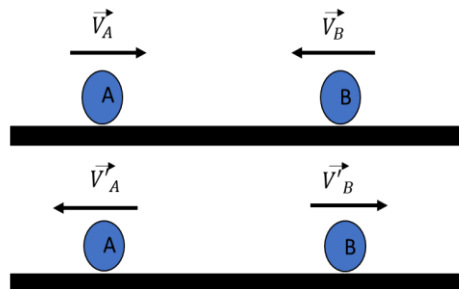
$$V_{af} = V'_B - V'_A$$

O coeficiente de restituição também nos dá a informação sobre a conservação da energia cinética na colisão, uma vez que a velocidade de afastamento e aproximação estão relacionadas a isso. O coeficiente de restituição é limitado a 1, significando a conservação máxima da energia cinética.

### Tipos de colisões

### 1) Colisão perfeitamente elástica

É o tipo de choque que ocorre quando, após a colisão, os corpos seguem separados (velocidades diferentes) e o sistema não perde energia cinética. Representação da colisão perfeitamente elástica:



$$V_{af} = V_{ap}$$

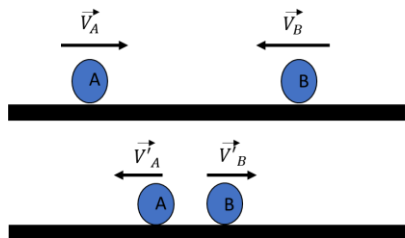
$$e = 1$$

$$E_{cin f} = E_{cin i}$$

Através dessa imagem podemos inferir as conclusões clássicas de uma colisão: A quantidade de movimento se conserva e neste caso o coeficiente de restituição é igual a 1, significando a conservação da energia cinética.

### 2) Colisão parcialmente elástica

É o tipo de choque que ocorre quando, após a colisão, os corpos seguem separados e o sistema perde energia cinética. Representação da colisão parcialmente elástica:



$$0 < V_{af} < V_{ap}$$

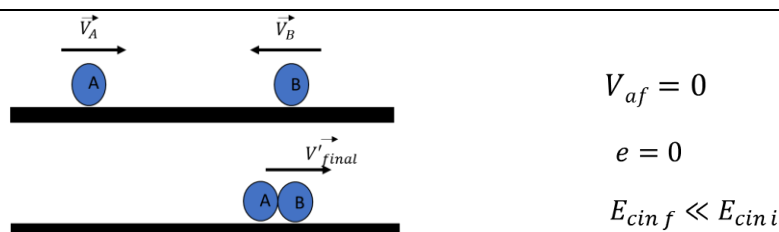
$$0 < e < 1$$

$$E_{cin f} < E_{cin i}$$

Partindo da mesma lógica ao utilizar o coeficiente de restituição como referência, podemos inferir que por ser um valor entre 0 e 1 estamos lidando com um caso em que a energia cinética não é conservada e não será nem totalmente conservada ou totalmente perdida. Por isso, a velocidade de afastamento e aproximação também serão afetadas, então podemos concluir que a energia cinética depois da colisão é menor que a energia antes.

### 3) Colisão perfeitamente inelástica

É o tipo de choque, que ocorre quando, após a colisão os corpos seguem juntos com a mesma velocidade. Representação da colisão perfeitamente inelástica:



Neste caso temos um coeficiente de restituição nulo, significando que a energia cinética é totalmente perdida. Ou seja, a velocidade de afastamento entre os corpos, após a colisão deve ser nula. A energia cinética após a colisão também fica com valor muito pequeno em consequência da velocidade de afastamento. Por estes fatores, após a colisão os dois corpos seguem juntos com uma velocidade baixa.

### **Perguntas norteadoras:**

#### **Antes de começar a discutir sobre tipos de colisões:**

- Quem gosta de andar de bicicleta? Já sofreu algum acidente andando de bicicleta (bateu de frente com ou ciclista, caiu, colidiu com a calçada, etc.)? *No caso de uma colisão frontal, perguntar se o aluno se lembra se caiu ou não.*

#### **Antes de realizar o experimento:**

- Alguém saberia dizer qual é o lado correto para andar de bicicleta na rua? *Espera-se que alguém sugira andar na ciclofaixa, no sentido dos carros ou na contramão.*

- E quando não há ciclofaixas ou ciclovias?

- E se for uma via de mão única?

- *Se alguém sugerir andar na calçada questionar se eles sabem que é proibido andar na calçada ou passeio público.*

*Em algum momento algum aluno poderá sugerir que é perigoso andar na contramão. Se não houver nenhum comentário semelhante, comente este fato com eles para iniciar uma discussão sobre os riscos no trânsito.*

- Vocês saberiam dizer o que aconteceria com um ciclista se ele colidisse com outro? E se não fosse outro ciclista, mas sim um carro, o que aconteceria?

#### **Após realizar o experimento:**

- Vocês viram que há uma diferença no choque sofrido pelo carrinho mais leve quando ele bate de frente com o mais pesado. Imaginem um ciclista com uma massa de 90 kg e sua bicicleta tendo cerca de 10 kg, juntos teríamos um sistema de 90 kg. Agora, se este sistema (ciclista + bicicleta) colidisse com um carro de 1 tonelada, quem sofreria mais com o

impacto? *Espera-se que os alunos relembrem dos tipos de colisões discutidas em sala de aula anteriormente.*

**Informações para discutir com os alunos antes de realizar a atividade avaliativa.**

- Apresentar aos alunos o vídeo: **É ERRADO PEDALAR NA CONTRAMÃO?** (link na sessão IV)

- Ler com os alunos a lei: **Art. 58** - *Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, **no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via**, com preferência sobre os veículos automotores.*

- *Esperasse que os alunos entendam dos riscos de se andar na contramão e a gravidade dos acidentes que essa prática pode proporcionar.*

- *Esperasse também que os alunos entendam que em certas circunstâncias, o ciclista vai ter que andar na contramão, como no caso das vias de mão única, mas que nesses casos ele ainda pode manter sua segurança se andar sempre á direita da pista.*

• **Experimento**

Utilizar o vídeo fornecido na seção VI – Recursos Didáticos

Para realizar o experimento será necessário:

- 2 carrinhos de plástico iguais
- 1 elástico de roupa

Procedimento:

- 1) Amarre o elástico na frente dos dois carrinhos juntando-os.
- 2) Separe os dois carrinhos estendendo o elástico entre eles.
- 3) Solte logo em seguida.
- 4) Repita os procedimentos anteriores acrescentando pesos num dos carrinhos, recomendasse repetir pelo menos duas vezes com massas diferentes.

**VI - Recursos Didáticos:**

- Vídeos do Youtube:
  - Vídeo do experimento “Colisões entre dois carrinhos (experimento)”: <https://www.youtube.com/watch?v=lCGXp2XonxQ>
  - Vídeo “É ERRADO EDALAR NA CONTRAMÃO?”: <https://www.youtube.com/watch?v=XEnVGacCQ8o>
- Simulador: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/collision-lab>

### **VII - Avaliação:**

Escreva uma redação respondendo à pergunta: “É seguro andar de bicicleta na contramão?”.

Critérios de avaliação: a redação deve conter uma introdução, desenvolvimento e conclusão.

- Utilize as discussões feitas em sala de aula (o que aprendeu com o vídeo; o que a norma de trânsito estabelece; o que aprendeu sobre quantidade de movimento, impulso e colisões);
- Comente sobre os resultados do experimento, associando os tipos de impacto e suas implicações físicas no desenvolvimento (*como, através do experimento podemos reproduzir os resultados de um acidente de trânsito*)
- Apresente uma solução.
- Todo tipo de resposta é aceitável, desde que apresente uma justificativa, algo que apoie como um dado científico, e uma conclusão.

Os alunos podem solicitar ajuda do professor de Português.

