

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

MARIA APARECIDA MAIA DE MELLO

**DESVENDANDO O TRÂNSITO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INSPIRADA NA
METODOLOGIA DE EPISÓDIOS DE MODELAGEM PARA O ENSINO DE
CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Bagé

2020

MARIA APARECIDA MAIA DE MELLO

**DESVENDANDO O TRÂNSITO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INSPIRADA NA
METODOLOGIA DE EPISÓDIOS DE MODELAGEM PARA O ENSINO DE
CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles

Bagé

2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M527d Maia de Mello, Maria Aparecida

Desvendando o trânsito: uma sequência didática inspirada na metodologia de episódios de modelagem para o ensino de cinemática no ensino fundamental / Maria Aparecida Maia de Mello.

101 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa, MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2020.

"Orientação: Pedro Fernando Teixeira Dorneles".

1. Modelagem científica. 2. Ensino de física. 3. Aprendizagem significativa. I. Título.

MARIA APARECIDA MAIA DE MELLO

**DESVENDANDO O TRÂNSITO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INSPIRADA NA
METODOLOGIA DE EPISÓDIOS DE MODELAGEM PARA O ENSINO DE
CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles

Dissertação defendida em 22 de maio de 2020:

Banca examinadora:



Orientador - Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles
UNIPAMPA



Profa. Dra. Diana Paula Salomão de Freitas
UFPEL/UNIPAMPA



Prof. Dr. Mairon Melo Machado
IFFar

Dedico este trabalho à todas as pessoas que lutam por uma sociedade mais igualitária e resistem nesses tempos tumultuosos.

AGRADECIMENTO

Nesta caminhada é imprescindível reconhecer a importância de cada pessoa que contribuiu para que esse passo tenha sido dado, foram inúmeras palavras de incentivo para não desistir e acreditar que era possível viver esse sonho de ingressar em um curso de mestrado.

Primeiramente, agradeço a Deus que em sua infinita energia e luz, deu-me forças para seguir adiante nos momentos difíceis e nas alegrias.

Agradeço a minha família que sempre me apoia nas minhas escolhas e decisões, meus pais e irmãos.

As pessoas que embarcaram nas aventuras de Uruguaiana a Bagé, Marli, Ronan, Ketty e a Graciela que sempre me apoiaram incondicionalmente e se fizeram presente nesta trajetória.

Agradeço a Diana pela acolhida, pela amizade e pelo sorriso inabalável que renova a energia de qualquer pessoa, meu muito, muito obrigada por cruzar meu caminho.

Ao professor Pedro pela orientação e pela amizade, pelo conhecimento construído ao longo deste período e pelas oportunidades de aprendizado em minha formação profissional.

Agradeço a professora Márcia por diminuir a distância de Bagé a Uruguaiana por meio dos recursos tecnológicos que podemos contar, por todo o apoio frente as lutas diárias de ser professora em uma escola pública.

Ainda agradeço aos colegas da escola Manoel Imas dos Santos que auxiliaram no desenvolvimento do projeto e estiveram comigo nesta etapa.

Não posso deixar de agradecer as colegas da escola Marília Sanchotene Felice que me auxiliaram toda vez que precisei me dedicar aos estudos, em especial, a Claudia e a Lélia que fizeram eu renovar a esperança e o sentimento de gratidão pela vida.

Agradeço aos colegas que fiz durante curso de mestrado: Izalina, Bianca, Letícia, Vanessa, Raquel e Marco pelos momentos de trocas de experiências.

Por fim, agradeço as pessoas que de alguma forma fizeram parte deste universo e que dividiram parte desta história comigo. Obrigada a todas e todos!

“Lutar, sonhar e andar com os pés no chão...
Este é o sentido da existência, o sentido da
vida”.

Pepe Mujica

RESUMO

O ensino da Física no Ensino Fundamental ainda apresenta uma abordagem distante da realidade dos alunos. Nos dias de hoje estabelecer uma conexão entre teoria e realidade no componente curricular de ciências no 9º ano é um desafio para os professores, principalmente pelo pequeno número de produções educacionais voltadas para a introdução à Física nos Anos Finais do Ensino Fundamental. Desta forma, a presente dissertação tem por objetivo abordar a Física aplicada ao trânsito como uma proposta didática, partindo do contexto social dos alunos, para investigar a possibilidade de criar melhores condições para uma aprendizagem significativa, na acepção de Ausubel, em relação aos conceitos de referencial, movimento, repouso, tempo, posição, deslocamento, velocidade e aceleração. Para isso, realizamos uma intervenção pedagógica, na acepção de Damiani, constituída de uma sequência didática intitulada “Desvendando o trânsito”. Para a construção de tal sequência foram levados em conta o modelo proposto por Zabala e a metodologia de episódios de modelagem de Heidemann. A sequência foi dividida em sete módulos didáticos e um seminário de avaliação distribuídos nas etapas de discussão inicial, investigação e discussão final. Por fim, avaliamos a potencialidade da sequência didática no ensino da física aplicada ao trânsito para a promoção da aprendizagem significativa dos alunos. De acordo com os resultados encontrados podemos considerar que a sequência didática atingiu os objetivos previstos nos módulos didáticos e apresentou indícios de ocorrência de aprendizagem significativa. Como produção educacional gerada a partir desta pesquisa foi construída a sequência didática com o intuito de servir como uma ferramenta didática para professores da educação básica. Na discussão dos resultados, os alunos demonstraram que os alunos conseguiram olhar com criticidade sobre os aspectos socioambientais que estão intrinsecamente interligados com as possíveis causas dos acidentes na rodovia, além disso percebemos que a turma conseguiu analisar que uma pequena diferença acima da velocidade permitida já é suficiente para provocar graves acidentes.

Palavras-chave: Modelagem científica. Ensino de física. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Physics teaching at school still presents a distant approach to the students' reality. Nowadays establishing a connection between theory and reality in the science curriculum component in the 9th grade is a challenge for teachers, mainly due to the small number of educational productions aimed at the introduction to Physics in the Final Years of Elementary School. Thus, this dissertation aims to approach Physics applied to traffic as a didactic proposal, starting from the students' social context, to investigate the possibility of creating better conditions for meaningful learning, in the sense of Ausubel, in relation to the concepts of referential, movement, rest, time, position, displacement, speed and acceleration. For this, we carried out a pedagogical intervention, in the sense of Damiani, consisting of a didactic sequence entitled "Unveiling the traffic". For the construction of such a sequence, the model proposed by Zabala and Heidemann's modeling episodes methodology were taken into account. The sequence was divided into seven didactic modules and an evaluation seminar distributed in the stages of initial discussion, investigation and final discussion. Finally, we evaluated the potential of the didactic sequence in the teaching of physics applied to traffic to promote the students' meaningful learning. According to the results found, we can consider that the didactic sequence reached the objectives foreseen in the didactic modules and showed signs of occurrence of significant learning. As an educational production generated from this research, the didactic sequence was constructed in order to serve as a didactic tool for teachers of basic education. In discussing the results, the students demonstrated that the students were able to look critically at the socioenvironmental aspects that are intrinsically interconnected with the possible causes of accidents on the highway. Furthermore, we realized that the class managed to analyze that a small difference above the permitted speed is already enough to cause serious accidents.

Keywords: Scientific modeling. Physics teaching. Meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ocorrência de aprendizagem significativa na acepção de Ausubel.	19
Figura 2: Processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.	20
Figura 3: EMEF Manoel Imas dos Santos no interior de Barra do Quaraí-RS.	36
Figura 4: Esquema de codificação dos grupos e alunos da turma de 9º ano.	37
Figura 5: Aplicação dos Módulos Didáticos da etapa da discussão inicial da SD.	45
Figura 6: Problematização do MDII.	51
Figura 7: Arranjo experimental do MDII.	52
Figura 8: Atividade A corrida dos carros do MDIII.	56
Figura 9: Imagem para explorar o conceito de referencial.	58
Figura 10: Repostas dos grupos referente a questão 01 sobre a trajetória do objeto.	59
Figura 11: Mapa para trabalhar noções de tempo.	61
Figura 12: Aplicação dos Módulos Didáticos da etapa da discussão inicial da SD.	62
Figura 13: Problematização do guia do MDIV.	63
Figura 14: Simulação do tempo de viagem até o trevo de acesso a Uruguaiana.	66
Figura 15: Problematizações do MDV.	66
Figura 16: Medições do tempo e distância na BR 472.	69
Figura 17: Simulação construída com base em Silveira (2011).	71
Figura 18: Problematização sobre o tempo de viagem até o trevo de Uruguaiana.	72
Figura 19: Distância entre o carro (100 km/h) e o microônibus (80 km/h).	73
Figura 20: Distância entre o carro (65 km/h) e o microônibus (60 km/h).	73
Figura 21: Aplicação da etapa de discussão final da SD.	75
Figura 22: Sistematização do conhecimento para o seminário avaliativo.	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Artigos em periódicos nacionais com relação com o tema trânsito.	23
Quadro 2: Artigos em periódicos com relação com o tema Modelagem Científica.....	29
Quadro 3: Codificação dos alunos.....	38
Quadro 4: Sistematização da SD Desvendando o Trânsito.	40
Quadro 5: Instrumentos avaliativos dos MDs da SD Desvendando o trânsito.....	42
Quadro 6: Questão inicial do guia do MDI.	47
Quadro 7: Questão do guia do MDI.	48
Quadro 8: Questão do guia do MDI.	49
Quadro 9: Questão do guia do MDI.	49
Quadro 10: Questão inicial do guia do MDII.	52
Quadro 11: Questão inicial do guia do MDII.	53
Quadro 12: Questão inicial do guia do MDII.	54
Quadro 13: Questão inicial do guia do MDII.	54
Quadro 14: Questão inicial do guia do MDII.	57
Quadro 15: Divisão dos grupos para a realização do teste.	57
Quadro 16: Justificativas dos alunos referente a questão 02.	60
Quadro 17: Questão inicial do guia do MDIV.	64
Quadro 18: Divisão dos grupos para o desenvolvimento do MDV.....	65
Quadro 19: Divisão dos grupos para o desenvolvimento do MDVI.	68
Quadro 20: Divisão dos grupos para a realização do MDVII	70
Quadro 21: Problematização do guia do MDVII.....	74
Quadro 22: Critérios avaliativos do seminário de avaliação.	76
Quadro 23: Aproveitamento dos grupos G1, G2 e G3 no seminário avaliativo.....	80
Quadro 24: Potencialidades e limitações da SD.....	83

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Curricular Comum

CC - Conteúdos Conceituais

CP - Conteúdos Procedimentais

CA - Conteúdos Atitudinais

CTB - Código Brasileiro de Trânsito

EM - Episódio de Modelagem

EMEF - Escola Municipal de Ensino Fundamental

MC - Modelagem Científica

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

RG - Resposta do grupo

RI – Resposta individual

SD - Sequência Didática

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	18
2.1.1 Condições para Ocorrência da Aprendizagem Significativa	18
2.1.2 Diferenciação progressiva e Reconciliação integrativa	19
2.2 Teoria dos Modelos Científicos de Mario Bunge	20
3 ESTUDOS RELACIONADOS	23
3.1 Física aplicada ao trânsito	23
3.2 Modelagem Científica	28
4. PROBLEMA	34
5 OBJETIVO GERAL	35
5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
6.1 Local de aplicação da intervenção e público-alvo	36
6.2 Caminhos metodológicos	38
6.3 Método de intervenção pedagógica da SD	39
6.4 Método de avaliação da intervenção	42
7. RESULTADOS	45
7.1 Etapa de discussão inicial	45
7.1.1 Módulo didático I – Transporte escolar	46
7.1.2 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica do MDI	46
7.1.3 Módulo didático II – Ônibus de Galileu	50
7.1.4 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica do MDIII	52
7.1.5 Módulo didático III– A corrida dos carros	55
7.1.6 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica do MDIII	56
7.2 Etapa de investigação	61
7.2.1 Módulo didático IV – Repórter do campo	62
7.2.3 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica do MDIV	63
7.2.4 Módulo Didático V – Conhecendo o <i>software modellus</i>	64
7.2.5 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica do MDV	67
7.2.6 Módulo didático VI – A velocidade dos carros na BR 472	67
7.2.7 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica do MDVI	69

7.2.7 Módulo didático VII – O perigo do excesso de velocidade	70
7.2.8 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica do MDVII.....	72
7.3 Etapa de discussão final	75
7.3.1 Seminário de avaliação.....	76
7.3.2 Análise dos efeitos da intervenção pedagógica no seminário de avaliação	78
7.4 Achados da intervenção propriamente dita	81
8. CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICE – A -Módulo Didático I: Transporte escolar	90
APÊNDICE – B- Módulo Didático II – “Ônibus de Galileu”	91
APÊNDICE – C - Módulo Didático III – A Corrida dos Carros	92
APÊNDICE – D - Módulo Didático IV- Repórter do Campo	93
APÊNDICE – E- Módulo Didático V- Conhecendo o software <i>Modellus</i>	94
APÊNDICE – F - Módulo Didático VI- A Velocidade dos Carros na BR 472.....	95
APÊNDICE I – Teste avaliativo	98
ANEXO A.....	100
ANEXO B.....	101

1 INTRODUÇÃO

A educação sempre foi uma área que despertou a minha atenção, desde a época de aluna em escolas públicas em Uruguaiana. Naquela época, na década de 90, a disciplina de Ciências provocou uma mudança na forma de pensar, agir e ver o mundo, sendo o caráter investigativo um dos principais motivos que me conduziu para a escolha da formação acadêmico-profissional nesta área do conhecimento.

No curso de licenciatura em Ciências Biológicas, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), no Campus Uruguaiana, quando ingressei em 2006, pelo Programa Universidade para Todos, ainda não tinha clareza e compreensão sobre a importância de ter uma prática docente reflexiva. Entretanto, fui observando as situações vivenciadas em sala de aula e como a minha visão de ensinar ciências ainda era distante dos objetivos propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

A minha formação continuada teve início em 2015, quando ingressei no curso de especialização em História e Cultura Africana, Afro-brasileira e Indígena, pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa), no Campus Uruguaiana. A partir dessa experiência comecei a compreender que a escola é um local de pluralismo de ideias e concepções pedagógicas e que não bastava ensinar Ciências sem relacioná-la com os diferentes contextos e leituras de mundo dos sujeitos.

Desse modo, era necessário entender, na essência, o real sentido de ensinar ciências e como isso se insere na formação integral dos alunos, o viés conteudista era muito presente na minha forma de ensinar, contudo estava me afastando de resultados positivos nas aulas.

Na trajetória profissional, como docente da Educação Básica, ingressei no magistério municipal em Barra do Quaraí, no Distrito de Guterres, a 50km de Uruguaiana, em 2012, onde leciono ciências para as turmas de 6º a 9º ano da escola no campo EMEF Manoel Imas dos Santos. Esta experiência foi determinante para a constituição da minha identidade de professora, e conseqüentemente consolidar elementos para iniciar esse processo de ser uma professora-pesquisadora no ensino de Ciências.

O espaço na sala de aula tornou-se um lugar de estudos e reflexões, pois eu precisava imergir naquele novo contexto socioambiental e compreender que a escola no campo apresenta inúmeras especificidades. Assim, eu precisava me sentir parte daquele lugar, necessitava ressignificar o olhar para poder investigar como ocorre o processo de ensino e aprendizagem em ciências.

Nesse universo precisei me aproximar da realidade social da comunidade escolar e trilhar novos caminhos para ensinar ciências. Para facilitar o entendimento de fenômenos físicos por parte dos estudantes é fundamental que as abordagens pedagógicas de conteúdos curriculares promovam um vínculo com a realidade. Os conceitos de Física estão presentes em inúmeras situações do cotidiano, em especial, a sua aplicação ao trânsito que possibilita a construção de propostas metodológicas para o desenvolvimento de um ensino de física contextualizado.

Vizzoto *et al* (2017, p. 138) no seu estudo considera que:

O uso do automóvel e a quase universalização de acesso a carteira de motorista, os acidentes de trânsito passaram a estar presentes no cotidiano de todos, direta ou indiretamente. Tanto no cotidiano do trânsito, quanto em situações onde acidentes acontecem, podemos notar a presença de grande quantidade de conhecimentos físicos intrínsecos, apesar de nem sempre serem percebidos pelos motoristas.

Dessa forma, abordar a física aplicada ao trânsito surge como uma proposta para contextualizar o ensino de conceitos físicos como tempo, posição, deslocamento, velocidade e, aceleração para proporcionar uma aprendizagem significativa, na acepção de Ausubel (2003).

A necessidade de inclusão do tema trânsito nos currículos e nas propostas pedagógicas das escolas, está, também, presente na Base Nacional Curricular Comum:

Cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora. Entre esses temas, destacam-se: [...] a educação para o trânsito (BRASIL, 2017, p. 19).

Desse modo, consideramos pertinente a proposta pedagógica de trabalhar aspectos do tema trânsito partindo da integralidade do contexto social, no componente curricular de ciências do 9º ano, do Ensino Fundamental.

Na zona rural do município de Barra do Quaraí, local de desenvolvimento do presente projeto, ainda há pouca sinalização de trânsito, as condições de trafegabilidade ainda não contam com pavimentação asfáltica e a comunidade rural tem pouco acesso as orientações sobre o Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Diante disso, os alunos da zona rural apresentam dificuldades em desenvolver noções sobre trânsito e identificar a aplicabilidade da física neste contexto.

Assim, a presente de intervenção pedagógica tem a finalidade de oportunizar momentos de discussão científica na sala de aula por meio de elementos da modelagem científica (MC), estimulando a investigação e a participação ativa dos alunos na aprendizagem.

A pesquisa foi do tipo intervenção pedagógica, na acepção de Damiani *et al* (2013), sendo dividida em duas etapas: método de intervenção pedagógica e o método de avaliação da intervenção pedagógica.

No método de intervenção pedagógica realizamos o uso de uma sequência didática seguindo a proposta de Zabala (1998), entretanto integrando a modelagem científica, mais especificamente com aspectos dos Episódios de Modelagem (HEIDEMANN, 2015), ou seja, explorando a Física aplicada ao trânsito por meio de módulos didáticos, oportunizando momentos de discussão inicial, investigação e discussão final em sala de aula. Para a análise dos dados referentes ao método de avaliação da intervenção e os achados utilizamos a proposta de Damiani *et al.*, 2013.

Partindo da proposta metodológica dos episódios de modelagem, a sequência didática foi estruturada por meio de problematizações, no desenvolvimento dos módulos didáticos, na primeira etapa foi trabalhado os conceitos iniciais de movimento, repouso, referencial, distância, tempo e velocidade escalar média. Na sequência, na etapa de investigação, os alunos foram estimulados a pesquisa, registro e análise de dados coletados experimentalmente e por fim na discussão final foi possível socializar os conhecimentos adquiridos no decorrer da implementação da SD.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a potencialidade da sequência didática no ensino da física aplicada ao trânsito para a promoção sob a luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e de fundamentos epistemológicos da modelagem científica de Bunge (*apud* HEIDEMANN, 2015), visando proporcionar momentos de ensino e aprendizagem baseadas em situações reais relacionadas ao trânsito para o desenvolvimento de noções dos conceitos introdutórios de Cinemática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na iniciativa de busca por um referencial teórico que subsidie nossa pesquisa do tipo intervenção pedagógica baseamo-nos na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Teoria dos Modelos Científicos de Mario Bunge. A seguir abordaremos as contribuições dos fundamentos teóricos de Ausubel e a concepção epistemológica de Ciência, de Mario Bunge para elucidarmos as premissas de nossa pesquisa.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Na visão de Moreira (2011, p. 161), seguindo a concepção de Ausubel podemos perceber como ocorre a aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante com a estrutura do conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica denominada *subsunçor*.

Desta forma, a nossa proposta de trabalho por meio de uma sequência didática inspirada na modelagem científica, pretende oportunizar um maior grau de interação entre *subsunçores* e o novo conhecimento de modo que o produto interacional entre os conhecimentos cotidianos sobre trânsito e as atividades práticas deste trabalho promova a aprendizagem significativa.

Diante disso, os conhecimentos prévios dos alunos s um ponto de partida para a construção do novo conhecimento estabelecendo relações entre a nova informação e a estrutura cognitiva do aluno.

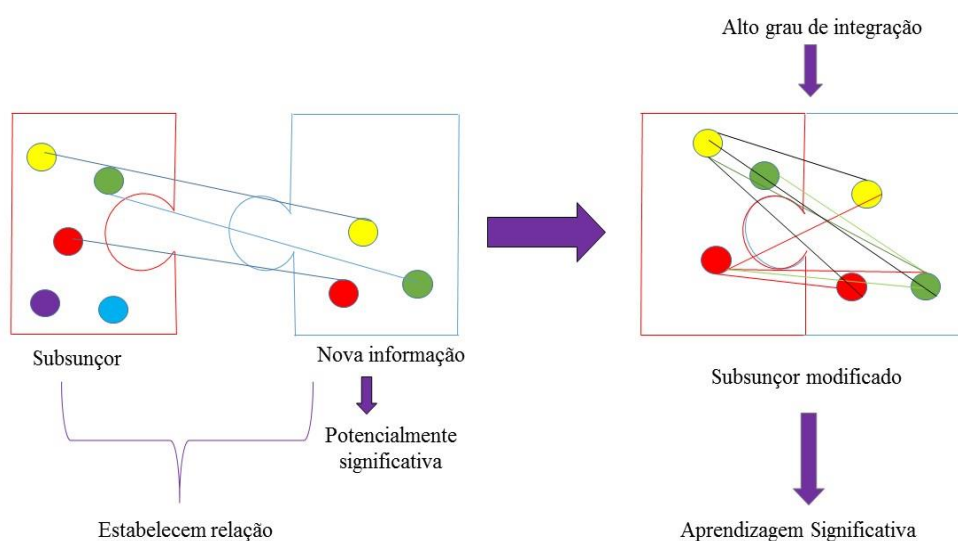
2.1.1 Condições para Ocorrência da Aprendizagem Significativa

Na acepção de Ausubel, existem elementos que contribuem para o processo de aprendizagem significativa, como a predisposição do aluno para aprender e a necessidade do material ser potencialmente significativo, ou seja:

A aprendizagem significativa exige que os aprendizes manifestem um mecanismo de aprendizagem significativa (ou seja, uma disposição para relacionarem o novo material a ser apreendido, de forma não arbitrária e não literal, à própria estrutura de conhecimentos) e que o material que apreendem seja potencialmente significativo para os mesmos [...] (AUSUBEL, 2003, p. 72).

Na visão ausubeliana podemos considerar material potencialmente significativo todo o material relacionável com o conhecimento prévio do aluno. Conforme podemos observar na figura 1 a seguir.

Figura 1: Ocorrência de aprendizagem significativa na acepção de Ausubel.



Fonte: Autora (2018).

Deste modo, com base neste referencial teórico que alicerça a pesquisa pretendemos na intervenção pedagógica avaliar os indícios de aprendizagem significativa sobre os alunos da turma de 9º ano e as condições para a sua ocorrência considerando a predisposição do aluno a aprender e a potencialidade do material a partir da problematização nas atividades propostas na sequência didática sob a luz da modelagem científica.

2.1.2 Diferenciação progressiva e Reconciliação integrativa

De acordo com Ausubel (2003, p. 166) no princípio da diferenciação progressiva, apresentam-se, em primeiro lugar, as ideias mais gerais e inclusivas do material e, depois, estas são progressivamente diferenciadas em termos de pormenor e de especificidade.

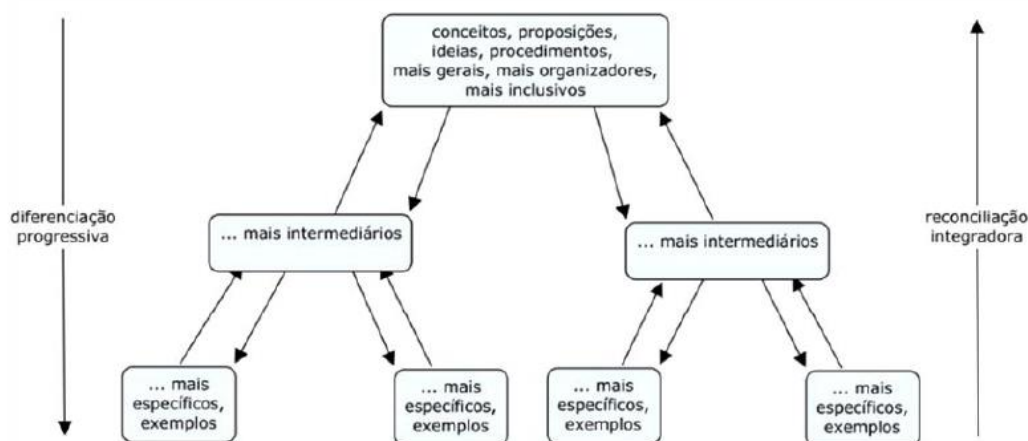
Como podemos observar, para iniciarmos o processo de aprendizagem de um novo material é necessário partirmos de conceitos mais amplos e posteriormente ir delimitando para as especificidades da área do conhecimento, ou seja, partimos de uma visão holística e depois ocorre a diferenciação progressiva em conceitos mais específicos.

Conforme Moreira (2011, p. 169) a reconciliação integrativa é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes.

Desta forma, a reconciliação integrativa permeia o material a ser estudado considerando que é o aporte para se estabelecer as relações com a nova informação e a estrutura cognitiva do aluno.

Na figura 2, podemos observar os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa que são determinantes para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Figura 2: Processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.



Fonte: Gomes; Duarte; Vieira, (2017, p. 297).

2.2 Teoria dos Modelos Científicos de Mario Bunge

A visão de ciência de Bunge se relaciona com a classificação da ciência em dois tipos: formal (ou ideais) e factuais (empíricas), neste contexto para Bunge a ciência tem sua gênese no conhecimento comum, entretanto o viés científico não é somente um refinamento deste conhecimento (SZCZEPANIK, 2011).

Seguindo essa premissa podemos analisar o raciocínio de Bunge no estudo de Heidemann (2015), que argumenta que:

Uma das principais diferenças entre tais ciências se refere aos métodos com os quais seus enunciados são testados: enquanto as ciências formais buscam provar rigorosamente seus teoremas, as ciências factuais vão além da lógica formal, pois, para confirmarem suas conjecturas elas se amparam em operações empíricas.

Diante disso, observamos que a ciência transita nas esferas formal e factual, sendo o método científico a essência para a investigação científica. Segundo, Bunge (2006, p. 246 *apud* HEIDEMANN, 2015, p. 47) o “método científico” é composto por dez etapas do ‘método científico’, quais sejam: i) levantamento de um corpo de conhecimento; ii) escolha do problema nesse corpo de conhecimento; iii) formulação ou reformulação do problema; iv) aplicação ou invenção de uma abordagem para tratar do problema; v) solução tentativa (hipótese, teoria, projeto experimental, instrumentos de medida); vi) aferição da solução tentativa; vii) avaliação da solução tentativa à luz do teste e do conhecimento básico; viii) revisão ou repetição de qualquer dos passos prévios; ix) estimativa do impacto sobre o conhecimento básico; e x) avaliação final (até nova informação).

Collares e Dorneles (2017, p. 3) abordam que essas etapas são elementos de caracterização das investigações científicas,

Estas etapas caracterizam as estratégias utilizadas para realizar as investigações científicas, levando em consideração o conhecimento conceitual preexistente do aluno e, em seguida, determinando o problema a ser analisado e a busca por uma representação esquemática deste problema, podendo ser através da aquisição de dados empíricos. Os resultados obtidos a partir deste problema se originam de uma simplificação/idealização da realidade, os quais, vinculados à teoria, buscam a construção do conhecimento através de modelos científicos (COLLARES; DORNELES, 2017, p. 3).

Deste modo, a modelagem científica parte do princípio da investigação científica associada a uma idealização da realidade estando intrinsecamente ligada a construção do conhecimento.

Segundo Machado e Cruz (2011, p. 890), uma teoria científica na perspectiva de Bunge não se aplica diretamente ao objeto real ao qual se refere, mas a uma representação desse objeto real, denominado por Bunge de objeto-modelo. Os autores argumentam que:

O objeto-modelo representa apenas parcialmente o seu referente concreto e fatalmente ignora alguns dos seus aspectos. A escolha dos aspectos relevantes será determinada pelo objetivo do investigador. Em todo caso, o objeto-modelo é inevitavelmente parcial e aproximativo. Embora seja uma versão idealizada e abstraída do objeto real, concebida de forma a representar apenas parte dos traços do seu referente, a construção dos objetos-modelo envolve operações que não são arbitrárias, mas sim objetivas, isto é, com uma intenção realista. (MACHADO; CRUZ, 2011, p. 890).

Desta forma, podemos analisar que o objeto-modelo pode permitir a proximidade da teoria e prática desde que se tenha um delineamento claro e objetivo do caráter investigador da proposta didática. Entretanto, não podemos desconsiderar os efeitos da falibilidade da ciência para realizarmos uma leitura mais profunda da realidade.

Por fim, a proposta “Desvendando o trânsito” traz como fio condutor para a investigação a problematização de situações reais que conseqüentemente permite a criação de objetos-modelos apresentando relações entre teoria e realidade.

Dessa maneira, a metodologia da intervenção pedagógica, os elementos da MC e da SD integram-se para proporcionar novos olhares sobre os modelos teóricos que podem fornecer dados e explicações sobre uma teoria geral permeando as especificidades de situações idealizadas e contribuindo para uma aprendizagem significativa dos alunos.

3 ESTUDOS RELACIONADOS

Os estudos relacionados nesta seção serão divididos em dois enfoques, sendo eles: física aplicada ao trânsito e Modelagem Científica.

3.1 Física aplicada ao trânsito

Na busca de estudos que estejam em consonância com a proposta de pesquisa, iniciamos a pesquisa de trabalhos científicos no Portal de Periódicos CAPES/MEC, considerando as publicações no recorte temporal de 2008 a 2018. Para isso, efetuamos a busca por assunto utilizando a expressão “física aplicada ao trânsito”, no primeiro momento o sistema selecionou duzentos e oito (208) artigos científicos, sendo que somente dois trabalhos (VIZZOTO; MARCKEDANZ; MIRANDA, 2017 e SILVEIRA, 2011) apresentavam relação com a presente temática, tais trabalhos são dos seguintes periódicos: Revista Thema e Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Além disso, buscamos publicações nos seguintes periódicos nacionais: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* e *Revista Brasileira de Ensino de Física* nestes realizamos a pesquisa nos seus respectivos sites, por se tratarem de periódicos tradicionais na área de Ensino de Física e com qualis A.

Deste modo, encontramos novamente trabalho de Silveira, (2011) e as pesquisas de Di Rocco (2009); Souza e Donangelo, (2012), Abeid e Tort, (2014) e Gurgel *et al* (2015). No quadro (1) apontamos sinteticamente os artigos científicos encontrados nos periódicos mencionados.

Quadro 1: Artigos em periódicos nacionais com relação com o tema trânsito.

(continua)

Revista	Autores	Ano	Título	Objetivo principal
<i>Revista Thema</i>	Vizzotto <i>et al.</i>	2017	Física aplicada ao trânsito: uma revisão de literatura	Realizar uma revisão de literatura sobre a física no trânsito observando a forma como o tema é trabalhado no ensino e na pesquisa.
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>	Di Rocco	2009	Cinemática elemental aplicada a cuestiones de seguridad del tráfico em Rutas	Utilizar conceitos de cinemática para examinar as condições para evitar acidentes em rodovias.

Quadro 1: Artigos em periódicos nacionais com relação com o tema trânsito.

(conclusão)

Revista	Autores	Ano	Título	Objetivo principal
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>	Silveira	2011	Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores - a diferença entre 60 km/h e 65 km/h.	Analisar o vídeo <i>Monash University Accident Research Centre</i> sinalizando para o perigo do excesso de velocidade mostrando dois carros em velocidades iniciais 60Km/h e 65Km/h proporcionando o ensino de física em um contexto desafiador.
<i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>	Souza e Donangelo	2012	Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem	Propor uma abordagem para os conceitos de velocidade média e instantânea utilizando o programa <i>VirtualDub</i> e fileira de livros.
	Abeid e Tort	2014	As forças de atrito e os freios ABS	Discutir de uma forma simples a dinâmica dos freios ABS no Ensino Médio
	Gurgel <i>et al</i>	2015	Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: Um <i>software</i> para investigação em física forense	Apresentar e validar o <i>software</i> SCTA 1.0 que permite estimar a velocidade de veículos envolvidos em colisões.

Fonte: Autora (2018).

Dos seis artigos supracitados, destacamos quatro que apresentam mais relação com a abordagem da física aplicada ao trânsito em situações de ensino e aprendizagem (VIZZOTO; MACKDANZ; MIRANDA, 2017, SILVEIRA, 2011; SOUZA; DONANGELO, 2012 e GURGEL *et al.*, 2015). Nos estudos mencionados são apresentadas propostas para o ensino de Física utilizando o tema trânsito para estabelecer relações entre os conceitos e fenômenos físicos relacionados aos conceitos de tempo, posição, deslocamento, velocidade, aceleração e as Leis de Newton na Educação Básica e Superior.

A seguir, apresentamos uma breve descrição dos pontos pertinentes dos artigos selecionados. Desta forma, destacamos quatro publicações que serão discutidas por apresentarem aportes teóricos para o desenvolvimento do trabalho.

3.1.1 Vizzoto, Mackdanz, Miranda, (2017)

O trabalho abordou como a Física emerge do contexto do trânsito ressaltando que essa proposta oportunizou a contextualização de fenômenos físicos e sua aplicação no cotidiano.

Os autores metodologicamente fizeram o uso de uma revisão da literatura sobre o tema trânsito em: 40 repositórios – projeto IBICT/FINEP, no portal SciELO, no Portal Periódicos CAPES e em Periódicos nacionais com Qualis A e B – Ensino e pesquisa em educação em ciências e ensino de física no recorte temporal dos últimos 12 anos (2004 a 2016).

Nesta pesquisa, os autores utilizaram as seguintes palavras-chave: “Educação para o trânsito”, “Física no trânsito”, “Física aplicada ao trânsito” e “Trânsito e educação” considerando que de 2491 documentos foram selecionados 20, sendo: Oito Dissertações, quatro TCCs e oito Artigos.

De acordo com as publicações encontradas, os trabalhos foram classificados em 04 categorias: “Produção de material didático e propostas metodológicas”, “Física dos acidentes de trânsito e ciência forense”, “Discussões de conceitos físicos aplicados aos automóveis” e “Pesquisas e discussões teóricas sobre física aplicada ao trânsito”.

Segundo Vizzoto, Mackdanz e Miranda (2017), há poucas pesquisas e propostas metodológicas na área, embora a física esteja muito presente neste campo de estudo. Desse modo, podemos analisar que a busca por trabalhos e análise da produção de conhecimento sobre o trânsito oportuniza um aporte teórico para futuras propostas metodológicas de ensino.

Os autores apontam que há pesquisas em que se pode observar marcadamente a presença das diretrizes curriculares nacionais e demais documentos referentes as orientações curriculares do Ministério da Educação para nortear os planejamentos docentes em aulas priorizando a aprendizagem dos alunos a partir de situações vivenciadas.

3.1.2 Silveira (2011)

Silveira (2011) abordou a análise de uma situação-problema baseada de um vídeo produzido na Austrália pelo *Monash University Accident Research Centre* (Centro de Pesquisa de Acidentes da Universidade Monash), instituição dedicada à pesquisa e à prevenção de acidentes com veículos automotores. O material audiovisual alerta para o perigo do excesso de velocidade no trânsito, demonstrando o que ocorre com dois carros

idênticos, inicialmente lado a lado, em velocidades distintas, 60km/h e 65km/h, respectivamente, quando, então, os motoristas percebem o perigo e passam à ação de frenagem.

Com o objetivo de verificar a informação do vídeo, o autor formula a seguinte questão:

Um automóvel desloca-se a 60 km/h quando o motorista avista à sua frente um caminhão atravessado na pista. Transcorre um intervalo de tempo de 1 s entre a percepção do obstáculo pelo motorista e o início efetivo da frenagem do automóvel. A frenagem ocorre em situação ideal (pista seca, pneus desgastados, mas em bom estado, freios ABS) e o automóvel acaba por colidir com o caminhão, tendo no momento da colisão sua velocidade valendo 5 km/h (nesta velocidade, a colisão produz estragos de pequena monta). Qual seria o valor da velocidade no momento da colisão caso o automóvel, nas mesmas condições, se deslocasse inicialmente a 65 km/h? (SILVEIRA, 2011, p. 469)

Dessa forma, podemos verificar que a situação se torna uma oportunidade para a reflexão sobre os fenômenos físicos que envolvem a pré-frenagem, frenagem, atrito, tempo e velocidade. Nessa pesquisa, pudemos compreender que existem fatores que interferem de forma determinante no processo de frenagem em situações de emergência, como a pavimentação da pista, pneus novos ou desgastados e a velocidade. Além, da identificação de que o carro com menor velocidade tem maior tempo de frenagem, sendo esse o principal motivo para o carro com 60 km/h atingir o caminhão com 5 km/h, mas se o mesmo se deslocasse com 65 km/h iria atingir o caminhão com uma velocidade de 32 km/h.

No decorrer do trabalho foi possível observar que uma sutil diferença de velocidades pode acarretar em grandes prejuízos em uma colisão, podendo ter consequências diversas. Além disso, no problema precisamos considerar que o tempo de frenagem também interfere potencialmente na velocidade de colisão.

Por fim, Silveira (2011, p. 473), conclui que uma pequena diferença entre as velocidades iniciais pode gerar consequências diversas nos acidentes de trânsito. Além disso, reforça a ideia de que a Cinemática pode ser desenvolvida em contextos interessantes e desafiadores, evitando problemas repetitivos e aplicação de fórmulas.

Nesse trabalho encontramos uma situação instigante de ensino e aprendizagem para desenvolver um roteiro de atividade com potencial de problematizar o perigo do excesso de velocidade no trânsito, além de instigar os alunos a buscarem elementos que comprovem a veracidade de fatos promovendo a educação para trânsito.

3.1.3 Souza e Donangelo (2012)

Neste artigo, inicialmente, os autores abordam que há um distanciamento entre o que é ensinado na escola e a realidade dos alunos, em especial, em física. Diante disso, a Cinemática começa a ocupar um lugar consideravelmente modesto no currículo do Ensino Médio. O ensino tradicional é o um dos principais fatores que conduz os alunos ao desinteresse pela física, considerando a matematização e aplicação de fórmulas que apontam para uma pouca aplicabilidade do conhecimento científico no contexto real (SOUZA; DONANGELO, 2012, p. 1).

Na visão de Souza e Donangelo (2012, p. 1), a Cinemática é fundamental para a compreensão de situações do cotidiano, desse modo é indispensável a reflexão sobre a maneira que se ensina a cinemática nos espaços escolares, sendo necessário fortalecer sua presença nos currículos de física básica, assim como a sua relação com a realidade.

Os pesquisadores partem das proposições de aprendizagem de Jean Piaget, seguindo um viés construtivista, ressaltando o aluno como o elemento principal na construção do seu próprio aprendizado, para apresentar uma possível abordagem para os conceitos de velocidade média e instantânea no Ensino Médio.

Neste sentido, na proposta dos autores, o aluno é protagonista do processo de ensino e aprendizagem e o ensino é baseado em atividades investigativas de problemas reais, que apontam caminhos para o desenvolvimento de competências que sejam úteis para situações vivenciadas na escola e fora dela (SOUZA; DONANGELO, 2012, p. 2).

Os autores propõem a construção do conceito de velocidade média a partir da investigação da rapidez de um carrinho utilizando cronômetros de telefones celulares, medições e o recurso *Virtual Dub*. Este aplicativo também foi utilizado para construção do conceito de velocidade instantânea para se estimar as velocidades dos carros no momento de uma ultrapassagem.

O trabalho de Souza; Donangelo (2012) aponta um possível recorte na abordagem da construção do conceito de velocidade média, oportunizando reflexões para a elaboração de atividades investigativas e desafiadoras, a partir de problemas concretos do cotidiano dos alunos.

3.1.4 Gurgel *et al* (2015)

Nesta publicação, podemos destacar o papel central da perícia forense no trânsito, considerando que acidentes ocorrem frequentemente e sendo necessário recorrer a conceitos de física básica para compreender diferentes contextos e situações para se determinar as velocidades de veículos envolvidos em colisões.

Nesta pesquisa foi apresentado o *software* SCTA 1.0 (*Speed Calculations for Traffic Accidents*) que permite estimar as velocidades de veículos envolvidos em colisões, partindo apenas de elementos coletados no local.

Os pesquisadores destacam que é possível utilizar o SCTA 1.0 como uma ferramenta para desenvolver estratégias de ensino e aprendizagem de física a partir de situações-problemas.

Os autores destacam seis situações de acidentes de trânsito nos quais é possível uma solução para os cálculos das velocidades: Situação 1: O veículo trafega por um trecho retilíneo e aciona os freios até parar ou colidir com dado objeto rígido; Situação 2: O veículo trafega por vários trechos retilíneos e aciona os freios até parar ou se chocar com um objeto rígido, vindo a se imobilizar; Situação 3: A estimativa da velocidade se dá para um caso de atropelamento; Situação 4: Estima de velocidades críticas em curvas; Situação 5: Permite a estimativa de velocidade para um veículo que se projeta em rampa inclinada ou horizontal; Situação 6: Trata da estimativa de velocidades considerando os danos sofridos por motocicletas. (GURGEL, *et al.*, 2015, p. 2).

Como, infelizmente observamos frequentemente os acidentes de trânsitos, a perícia forense associada aos conceitos e fenômenos físicos aplicados ao trânsito pode ser uma estratégia para o ensino e aprendizagem de física na Educação Básica. Dessa forma, essa pesquisa proporciona elementos para elaboração de uma atividade avaliativa com o objetivo de identificar a ocorrência de aprendizagem significativa, considerando que para se emitir um laudo é necessário recorrer ao estabelecimento de relações entre conceitos físicos sob a luz de investigações experimentais.

3.2 Modelagem Científica

Para pesquisar sobre modelagem científica novamente iniciamos a busca de artigos no Portal de Periódicos CAPES/MEC, considerando as publicações no recorte temporal de 2008 a 2018, utilizando a expressão “Modelagem Científica”. Foram encontrados 264 trabalhos, entretanto somente nove publicações apresentam uma relação com o tema de nossa proposta de pesquisa.

No quadro (2) a seguir apresentamos brevemente os trabalhos encontrados em periódicos nacionais e internacionais.

Quadro 2: Artigos em periódicos com relação com o tema Modelagem Científica.

(continua)

Revista	Autores	Ano de publicação	Título	Objetivo principal
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>	Heidemann <i>et al</i>	2016	Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de Física	Relacionar teoria e prática utilizando modelagem científica proporcionando a participação ativa dos alunos no ensino superior.
<i>Revista de Educação em Ciência e Tecnologia</i>	Heidemann <i>et al</i>	2016	A Integração de Atividades Teóricas e Experimentais no Ensino de Física através de Ciclos de Modelagem: Um Estudo de Caso Exploratório no Ensino Superior	Avaliar a influência de atividades experimentais com enfoque na modelagem científica.
<i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>	Heidemann <i>et al</i>	2016	Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física	Fazer o uso da modelagem científica em atividades experimentais oportunizando a participação de alunos da graduação em física.
<i>Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias</i>	Brandão <i>et al</i>	2014	Um estudo de caso para dar sentido à tese de que a modelagem científica pode ser vista como um campo conceitual	Apresentar reflexões sobre o estudo de caso trazendo elementos das concepções Bungeana e da Teoria dos Campos Conceituais no contexto da modelagem científica.
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>	Heidemann <i>et al</i>	2012	Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de ciências	Nortear propostas que integram simulações computacionais e atividades experimentais tendo como fio condutor a modelagem científica.
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>	Brandão <i>et al</i>	2011	A modelagem científica vista como um Campo conceitual	Aponta o caráter didático da modelagem científica para o ensino de física.
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i>	Brandão <i>et al</i>	2010	Concepções e dificuldades dos professores de Física no campo conceitual da modelagem científica	Identificar concepções e dificuldades de professores do Ensino Médio no campo conceitual da modelagem científica no contexto de um curso de extensão a distância.

Quadro 2: Artigos em periódicos com relação com o tema Modelagem Científica.

Revista	Autores	Ano de publicação	Título	Objetivo principal
<i>Revista Investigação em ensino de ciências</i>	Heidemann <i>et al</i>	2018	Dificuldades e avanços no domínio do campo conceitual da modelagem didático-científica: um estudo de caso em uma disciplina de física experimental	Avaliar as dificuldades e avanços de alunos de graduação de física frente a situações do campo conceitual da modelagem vinculadas aos episódios de modelagem

Fonte: Autora (2018).

Na sequência, apresentamos uma breve descrição de aspectos relevantes de dois artigos selecionados, considerando que fornecem elementos para a fundamentação teórica e desenvolvimento da metodologia do projeto de intervenção.

3.2.1 Heidemann, Araujo e Veit (2016 e 2018)

Nesta pesquisa, os autores refletiram sobre as atividades experimentais nas aulas de física em laboratório, analisando como tradicionalmente os experimentos são conduzidos por meio de roteiros dirigidos baseando-se no preenchimento de tabelas e elaboração de gráficos (HEIDEMANN *et al.*, 2016, p. 2).

Os autores argumentam que os alunos ao vivenciar essas situações de aprendizagem de maneira mecânica, dificilmente conseguem estabelecer relações teóricas com a realidade. Além disso, tendencialmente há a possibilidade de surgir fatores como o desinteresse e dificuldades de aprendizagem em física (HEIDEMANN *et al.*, 2016, p. 2).

Destacam ainda, as atividades investigativas como uma ferramenta para o ensino de física, pois oportunizam a análise de situações-problemas, proposição de questões, delineamento experimental, coleta e análise de dados, construção de conclusões a partir de evidências. Diante disso, concluem que é possível tornar os estudantes protagonistas de suas próprias aprendizagens (HEIDEMANN *et al.*, 2016, p. 2).

Na presente pesquisa encontrada, os autores propõem o uso de episódios de modelagem (EM) para enfrentar o problema da dissociação da teoria e prática em disciplinas experimentais de cursos de graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), inspirados no ciclo de modelagem de Hestenes (*apud* HEIDEMANN

et al 2016 p. 3) seguindo a seguinte estrutura i) *discussão inicial*, ii) *investigação* e iii) *discussão final*.

Na discussão inicial, deve ser apresentado o problema a ser analisado pelos estudantes e, posteriormente, são considerados os aspectos de problematização das investigações a serem realizadas pelos estudantes e as simplificações dos eventos que motivam as investigações.

Na segunda etapa, inicia-se a investigação, na qual os estudantes são protagonistas do processo de aprendizagem, é necessário organizar os alunos em pequenos grupos com a finalidade de desenvolver estratégias para a resolução do problema, criando modelos. Cabe lembrar que o papel do professor é auxiliar em suas dificuldades alertando para os possíveis equívocos que podem cometer.

Na última etapa, que é a discussão final, os alunos expõem seus resultados ao grupo, compartilham ideias e o professor tem o papel de mediador.

Nesse trabalho, os autores ressaltam que os episódios de modelagem (EM) apresentam pontos positivos no caráter experimental proporcionando momentos de reflexão científica acerca de problemas sobre eventos reais a serem investigados, estimulando os alunos a participarem ativamente na construção de suas aprendizagens. Ao longo do estudo os autores destacam quatro atividades experimentais com ênfase no caráter investigativo. Porém, em uma publicação mais recente (HEIDEMANN; ARAÚJO; VEIT, 2018) os mesmos autores apresentam dificuldades encontradas por estudantes ao desenvolverem episódios de modelagem (EM).

De acordo com os autores, o objetivo das aulas desenvolvidas com os Episódios de Modelagem (EM) foi defrontar os estudantes com problemas que demandassem a reflexão e tomada de decisões na modelagem de eventos físicos, desenvolvendo concepções e competências que dessem sentido a modelagem científica (HEIDEMANN; ARAÚJO; VEIT, 2018, p. 356).

Na pesquisa, foram desenvolvidos 04 episódios de modelagem: Pêndulos, Sistema de Amortecimento Automotivo, Arquimedes e a Coroa do Rei e Resfriamento de Sistemas. Nos dois primeiros episódios de modelagem, observou-se que foi demandado muito tempo para realizar as atividades experimentais, pois os estudantes necessitaram visitar materiais didáticos e debater com os colegas para relembrar conhecimentos de física comprometendo o tempo para investigações e coleta de dados (HEIDEMANN, *et al.*, 2018, p. 358).

Dessa forma, nos dois últimos episódios de modelagem foi empregado o método de ensino Educação sob Medida que oportunizou momentos de leitura prévia de seções do livro didático e resolução de questões até o dia anterior à atividade. Após cada episódio os estudantes redigiam relatórios individuais de suas investigações (HEIDEMANN, *et al.*, 2018, p. 358).

Dentre os resultados apontados no trabalho foi destacado que os alunos consideraram as atividades produtivas em comparação com as atividades experimentais de caráter tradicional e, apreciaram a liberdade e autonomia para a realização de experimentos e investigações. Entretanto, destacaram a importância da leitura prévia, além da promoção de debates e socialização de ideias sobre resultados na discussão final e a vinculação de conhecimentos científicos a eventos reais (HEIDEMANN, *et al.*, 2018, p. 363).

Em relação as limitações dos episódios de modelagem foi ressaltado que as atividades exigiam um tempo consideravelmente longo dos estudantes para a realização.

As dificuldades dos estudantes foram maiores quando a contextualização se deu com a proposição de uma situação-problema sobre eventos que extrapolam os experimentos em laboratório (HEIDEMANN, *et al.*, 2018, p. 366).

Em relação ao conceito de teoria, os estudantes ainda permaneceram com ideias confusas, estabelecendo que as teorias são descrições completas da realidade ou eventos específicos das mesmas e apresentaram dificuldades na seleção de objetos modelos, conceito de experimento e controle de variáveis e em lidar com as possíveis incertezas e o erro nas investigações.

Com base nesse trabalho observamos que a metodologia de episódios de modelagem apresenta um forte potencial para propiciar a autonomia para a realização de experimentos e investigações em sala de aula, em comparação com as tradicionais atividades experimentais, mas foram encontradas algumas limitações no que tange as dificuldades dos alunos em analisar e investigar situações-problemas.

Desse modo, considerando os estudos relacionados e o nível de ensino (Ensino Fundamental), propomos uma articulação entre o processo de construção de uma sequência didática e a proposta de episódios de modelagem científica com o tema trânsito. Sendo assim, buscamos realizar uma adaptação da metodologia de episódios de modelagem para o Ensino Fundamental, pois tais limitações no Ensino Superior seriam encontradas com mais frequência em alunos da Educação Básica. Diante disso, com o objetivo de construir uma produção educacional, requisito para a conclusão do Mestrado

Profissional da autora do presente projeto, que envolva elementos da MC estamos propondo uma articulação entre as propostas de sequência didática (SD) de Zabala (1998, p. 54) e EM de HEIDEMANN, *et al.*, (2016 e 2018). Tal proposta será melhor descrita na seção 6.2 (Caminhos metodológicos).

Em relação aos EM buscaremos adotar elementos das etapas de discussão inicial, investigação e avaliação; e, principalmente, a ideia de problematização de uma situação real para ser modelada em situações de laboratório, ou seja, construir modelos teóricos a partir de simplificações e idealizações para estabelecer vínculos entre teorias e situações reais.

4. PROBLEMA

A educação para o trânsito ainda é um tema pouco explorado em escolas, embora seja uma proposta pedagógica abrangente e possa ser abordada nos currículos escolares de forma interdisciplinar. No contexto das escolas do campo a temática parece ser ainda mais distante da realidade dos alunos, entretanto eles vivenciam inúmeras situações que envolvem o trânsito, iniciando pelo trajeto quando saem de casa até a escola (transporte escolar).

Diante disso, a zona rural de Barra do Quaraí-RS apresenta características peculiares que diferem da zona urbana, em relação a sinalização e trafegabilidade. Nesse contexto os alunos apresentam dificuldade em internalizar noções de trânsito e relacionar com a física no cotidiano. Sendo assim, o ponto crucial de nossa pesquisa é: Como uma sequência didática, inspirada nos episódios de modelagem, pode contribuir para uma aprendizagem significativa de noções de física aplicada ao trânsito no contexto social dos alunos do 9º ano de uma escola no campo?

Além da importância na conscientização das medidas de segurança que os alunos e motoristas devem ter nas vias rurais, estradas sem pavimentação asfáltica, principalmente do uso do cinto de segurança e do excesso de velocidade, a escola encontra-se as margens de uma rodovia (BR472). Na qual não possui equipamentos de controle de velocidade e, frequentemente, não se tem boas condições de trafegabilidade devido à falta de manutenção e a travessia de animais silvestres e domésticos dos moradores das margens da rodovia. Soma-se a isso a atenção que os alunos devem ter para realizar travessias ao usarem o transporte escolar. Não menos importante, a explorações em sala de aulas dos conceitos de movimento, repouso, velocidade, tempo e posição sem uma contextualização com a realidade dos alunos.

Diante disso, a SD foi concebida com base nas seguintes problematizações: a velocidade dos carros que trafegam na BR472 é uma velocidade segura tanto para os moradores das margens da rodovia quanto para os passageiros dos carros? Os estudantes possuem noções das consequências que o excesso de velocidade pode causar?

5 OBJETIVO GERAL

Avaliar se uma sequência didática, para o ensino de física aplicada ao trânsito a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e de fundamentos epistemológicos de Bunge (2006 *apud* HEIDEMANN, 2015), da qual participaram alunos do 9º ano de uma escola no campo, proporciona aprendizagem significativa dos conceitos introdutórios de Cinemática.

5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o entendimento dos alunos sobre as relações conceituais entre os conceitos de tempo, posição, deslocamento, referencial, movimento, repouso, velocidade e aceleração por meio do desenvolvimento de módulos de ensino associados à modelagem científica.
- Desenvolver uma sequência didática inspirada na metodologia dos episódios de modelagem para propiciar a vivência de situações reais relacionadas com a temática de trânsito.
- Implementar a sequência didática para promover a aprendizagem significativa de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.
- Investigar a potencialidade de promover a educação para o trânsito no contexto social dos alunos da zona rural.
- Elaborar e apresentar como produção educacional a Sequência Didática Desvendando o trânsito, inspirada na metodologia dos episódios de modelagem para abordagem dos conceitos introdutórios de cinemática no Ensino Fundamental.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

6.1 Local de aplicação da intervenção e público-alvo

A Barra do Quaraí é um município que conta com as águas do rio Uruguai através do qual tem fronteira fluvial com a Argentina, além de fronteira fluvial com o Uruguai através do rio Quaraí, onde há a ponte internacional que liga os dois países e possibilitou uma forte atividade comercial, devido ao câmbio favorável para a Fronteira. Esta atividade comercial foi prejudicada pelo Real e agora a economia do município baseia-se na atividade agropecuária. Barra do Quaraí é a única cidade de tríplice fronteira do Rio Grande do Sul e é, também, o ponto mais a oeste do estado (PREFEITURA DE BARRA DO QUARAÍ).

No distrito de Guterrez, no interior de Barra do Quaraí desenvolvemos a intervenção pedagógica na EMEF Manoel Imas dos Santos (figura 3), localizada a 50 km do município de Uruguaiana-RS, inicialmente, para a realização da pesquisa utilizamos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os alunos (Anexo A).

Figura 3: EMEF Manoel Imas dos Santos no interior de Barra do Quaraí-RS.



Fonte: Autora (2018).

No estabelecimento de ensino são oferecidas as seguintes etapas de ensino: Etapa VI da Educação infantil (uma turma), Anos Iniciais do 1º Ano ao 5º Ano (uma turma de

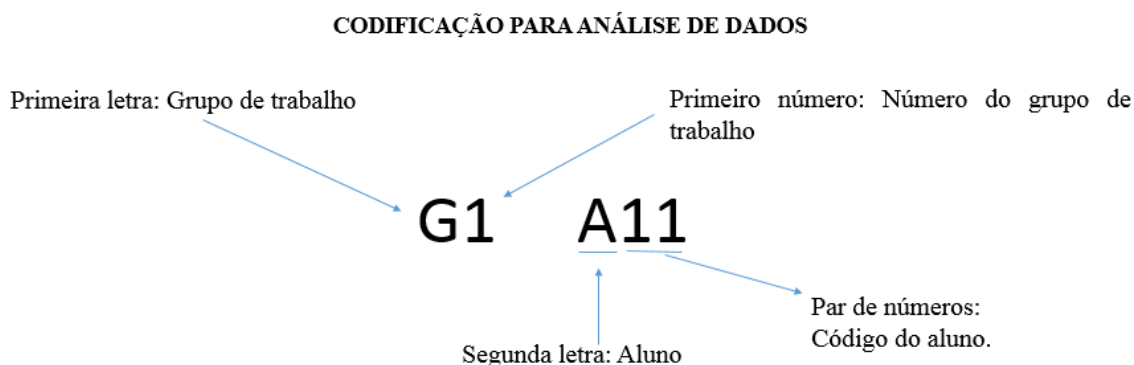
cada ano), Anos Finais do 6º Ano ao 9º Ano (uma turma de cada ano). O funcionamento da escola acontece no turno da manhã.

O público-alvo da pesquisa foi a turma de 9º ano, cujo critério de escolha se deu a partir do conteúdo programático (Anexo B) do ano devido abordar noções de física no componente curricular de Ciências no Ensino Fundamental.

Para a execução da proposta ao longo do desenvolvimento dos módulos didáticos realizamos atividades individuais e em grupos, sendo a prevalência de atividades em grupos. Na formação dos grupos para a realização da proposta sempre foi considerado o número de alunos presentes, sendo assim a maioria dos grupos não manteve os componentes da formação inicial, exceto o grupo 1 (G1). Na implementação da intervenção pedagógica baseamo-nos neste critério, pois o fluxo de matrículas e transferências dos alunos são fatores interligados as fases do ciclo agrícola do cultivo de arroz irrigado na região, desse modo, dificilmente conseguimos manter o mesmo grupo de trabalho na execução de uma proposta pedagógica por um período, considerando que algumas famílias se mudam de cidade após a safra.

Além disso, o acesso dos alunos a escola é dificultado quando as condições climáticas (chuvas) impedem que o transporte escolar chegue até as localidades de difícil acesso acarretando a ausência dos mesmos. Assim, para fins de sistematização dos grupos, cada aluno tinha o seu código e pertencia a um grupo para participar da atividade, conforme o esquema da figura 4.

Figura 4: Esquema de codificação dos grupos e alunos da turma de 9º ano.



Lê-se: G1 – Grupo 1; A11: Código do aluno.

Fonte: Autora (2020).

Desta forma, a turma era composta por 16 (dezesseis) alunos, ao longo do projeto houve a transferência do aluno A32, posteriormente passamos a contar com 15 (quinze) alunos e conseguimos montar 04 (quatro) grupos para a aplicação do projeto de intervenção. No quadro 3 apresentamos a sistemática de codificação dos alunos.

Quadro 3: Codificação dos alunos.

Grupo	Aluno
G1	A11
	A12
	A13
	A14
G2	A21
	A22
	A23
	A24
G3	A31
	A32
	A33
	A34
	A35
G4	A41
	A42
	A43

Fonte: Autora (2020).

6.2 Caminhos metodológicos

Partindo da perspectiva metodológica de Damiani *et al* (2013), a pesquisa foi do tipo intervenção pedagógica com abordagem qualitativa e natureza aplicada, sendo avaliado: o método de intervenção pedagógica e a avaliação da intervenção pedagógica. De acordo com Damiani *et al.*, (2013), o método de intervenção pedagógica apresenta as etapas de planejamento, implementação e avaliação de seus efeitos:

[...] o método das pesquisas do tipo intervenção pedagógica envolve planejamento e implementação de uma interferência e a avaliação de seus efeitos. Assim, na parte dedicada a apresentar o método, devem ser identificados e separados esses dois componentes principais: o método da intervenção (método de ensino) e o método da avaliação da intervenção (método de pesquisa propriamente dito). (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 62)

Desse modo, para a realização da pesquisa dividimos o método de intervenção pedagógica na sequência didática inspirada nas premissas dos episódios de modelagem e

consequentemente o método de avaliação da intervenção foi por meio da análise de dados resultantes desses achados.

6.3 Método de intervenção pedagógica da SD

A SD proposta foi fundamentada na proposta de Zabala (1998, p. 54), partindo da concepção do desenvolvimento de conteúdos conceituais (CC), procedimentais (CP) e atitudinais (CA), e dividida em três momentos (discussão inicial, investigação e discussão final), de acordo com a metodologia de episódios de modelagem (EM) e Heidemann *et al.*, (2016, p. 2), conforme o esquema a seguir.



Fonte: Autora (2020).

A sequência didática “Desvendando o trânsito” permite a abordagem de conteúdos conceituais (CC), procedimentais (CP) e atitudinais (CA) no decorrer da aplicação das atividades propostas baseadas na problematização.

De acordo com Zabala (1998, p. 81), os conteúdos conceituais apresentam uma relação próxima com os conhecimentos prévios do aluno permitindo a significância e funcionalidade da informação proporcionando a compreensão do significado.

Em relação aos conteúdos procedimentais, é necessário considerar que as atividades devem partir de situações significativas e funcionais que dão sentido a nova aprendizagem (ZABALA, 1998, p. 81). Deste modo, as atividades devem contemplar um processo gradual de aprendizagem, envolvendo os alunos em propostas que desenvolvam a autonomia na análise e resolução de situações-problemas.

Nos conteúdos atitudinais, Zabala (1998, p. 83) aponta que marcadamente há o componente afetivo na aprendizagem. Desta forma, as relações interpessoais e intrapessoais serão determinantes para uma reflexão crítica sobre as relações sociais, normas e regras. Além disso, vivências reais oportunizam a mediação de conflitos e mudanças de atitudes promovendo a cooperação, tolerância e solidariedade.

Assim, por meio da sequência e módulos didáticos apresentados anteriormente, buscamos promover e propiciar atividades que os alunos possam desenvolver habilidades e competências que ampliem a aprendizagem dos conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais.

No quadro 4 é apresentada a sistematização da SD com o número de aulas, os módulos didáticos, as etapas de discussão inicial, investigação e discussão final e os objetivos de aprendizagem previstos para cada etapa da sequência didática.

Quadro 4: Sistematização da SD Desvendando o Trânsito.

(continua)

Sequência Didática – Desvendando o Trânsito					
Aulas	Etapas	Módulos Didáticos	Objetivos de aprendizagem		
			Conteúdos Conceituais (CC)	Conteúdos Procedimentais (CP)	Conteúdos Atitudinais (CA)
1 – 6	Discussão inicial	-Avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de referencial, repouso, movimento, tempo, distância e velocidade média. Concluir com apresentações dos alunos. -Módulo Didático I: “Transporte escolar”:	-Compreender definições conceituais de referencial, movimento, repouso, tempo, distância e velocidade média (CC).		

Quadro 4: Sistematização da SD Desvendando o Trânsito.

(conclusão)

Sequência Didática – Desvendando o Trânsito					
Aulas	Etapas	Módulos Didáticos	Objetivos de aprendizagem		
			Conteúdos Conceituais (CC)	Conteúdos Procedimentais (CP)	Conteúdos Atitudinais (CA)
1-6	Discussão inicial	<p>- Módulo Didático II: “Ônibus de Galileu”.</p> <p>-Módulo Didático III: “A corrida dos carros”.</p> <p>-Discussão conceitual sobre referencial, repouso, movimento, tempo, distância e velocidade escalar média.</p>			
7– 14	Investigação	<p>-Módulo Didático IV: “Repórter do campo” – Pesquisa na comunidade sobre a velocidade dos carros na BR 472. ” – Coleta e análise de dados.</p> <p>Módulo Didático V: Conhecendo o <i>software Modellus</i>: Utilizar simulações referente aos resultados encontrados nas atividades investigativas.</p> <p>- Módulo Didático VI: “A velocidade dos carros na BR 472” – Coleta e análise de dados.</p> <p>- Módulo Didático VII- O perigo do excesso de velocidade: Análise e discussão do vídeo produzido na Austrália pelo <i>Monash University Accident Research Centre</i> (Centro de Pesquisa de Acidentes da Universidade Monash), sobre o perigo do excesso de velocidade no trânsito, demonstrando o que ocorre com dois carros idênticos, inicialmente lado a lado, em velocidades distintas, 60km/h e 65km/h e simulações.</p>	<p>-Desenvolver noções sobre o <i>software Modellus</i> na organização e análise de dados coletados experimentalmente (CP).</p> <p>-Compreender como a velocidade inicial pode influenciar nas colisões em acidentes de trânsito (CC-CP-CA).</p> <p>-Desenvolver argumentação científica e senso crítico para a observação da física aplicada ao trânsito (CC-CP-CA).</p> <p>-Conscientizar motoristas sobre a segurança no trânsito (CC-CP-CA).</p>		
15-16	Discussão final	-Seminário de Avaliação	<p>-Discutir e sistematizar o conhecimento e conclusões das investigações realizadas (CC-CP-CA).</p> <p>-Consolidar os conhecimentos abordados ao longo das atividades (CC-CP-CA).</p>		

Fonte: Autora (2018).

Conforme Heidemann *et al.*, (2012, p. 973), os episódios de modelagem atuam como mediadores entre a teoria e a realidade. Assim permite que os alunos sejam protagonistas na construção do conhecimento de uma forma significativa, podendo servir para a investigação e a abordagem de conceitos de Física presentes no cotidiano.

O ensino de Física por meio de ciclos de modelagem parte do princípio de que os alunos aprendem de forma mais significativa a partir de atividades que os envolvam ativamente na construção e utilização de modelos e que os façam comunicar seus resultados aos colegas (HEIDEMANN *et al.*, 2012, p. 973).

Desta forma, os elementos da modelagem científica abordam modelos teóricos de situações sobre a temática do trânsito para propiciar noções de conceitos de física no Ensino Fundamental.

6.4 Método de avaliação da intervenção

O método de avaliação da intervenção está interligado com os instrumentos de pesquisa e o processo de coleta e análise de dados.

Segundo Damiani (2013, p. 62), a avaliação da intervenção pedagógica apresenta dois pontos principais: “os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita”. Sendo assim, os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre os participantes fornecem os indícios de aprendizagem significativa a partir das atividades desenvolvidas nos módulos didáticos e os achados relativos a intervenção propriamente dita apontam elementos para a avaliação do potencial da sequência didática concebida, visando criar melhores condições para a ocorrência de aprendizagem significativa. No quadro 5, descrevemos os instrumentos de avaliação em cada etapa do projeto de intervenção pedagógica.

Quadro 5: Instrumentos avaliativos dos MDs da SD Desvendando o trânsito.

(continua)

Etapas	Avaliação	
Discussão inicial	Módulo Didático I Transporte escolar: Movimento ou Repouso	Breve relato do trajeto de casa até a escola realizado no transporte escolar e análise de situações vivenciadas relacionando-as aos conceitos de movimento e repouso baseando-se nas questões norteadoras do guia.

Quadro 5: Instrumentos avaliativos dos MDs da SD Desvendando o trânsito.

(conclusão)

Etapas	Avaliação	
Discussão inicial	Módulo Didático II “Ônibus de Galileu”	Desenvolvimento do arranjo experimental e das atividades do guia. Além disso, também os alunos foram avaliados em relação a motivação, participação e trabalho em equipe.
	Módulo Didático III A Corrida dos Carros	Observações e pelo desenvolvimento das atividades do guia. Além disso, também foram avaliados em relação a motivação, participação e trabalho em equipe.
	Teste	Avaliação sobre os conceitos iniciais de movimento, repouso, referencial, distância, velocidade e tempo.
Investigação	Módulo Didático IV Repórter do Campo	Pesquisa de campo envolvendo os relatos dos moradores em relação a velocidade que os veículos transitam na BR 472 e possíveis causas de acidentes na rodovia.
	Módulo Didático V Conhecendo o <i>software Modellus</i>	Desenvolvimento das atividades do guia e pela montagem das simulações no <i>software Modellus</i> .
	Módulo Didático VI A Velocidade dos Carros na BR 472	Desenvolvimento das atividades do guia e pela participação, colaboração e trabalho em equipe.
	Módulo Didático VII O Perigo do Excesso de Velocidade	Resolução das situações-problemas com base nas simulações.
Discussão final	Seminário de Avaliação	As temáticas de apresentação dos grupos foram: Etapa de investigação: Grupo I: Repórter do campo Grupo II: A velocidade dos carros na BR 472 Grupo III: O perigo do excesso de velocidade Cada grupo foi avaliado por meio do guia Semáforo Avaliativo.

Fonte: Autora (2020).

Nos instrumentos avaliativos descritos no quadro 5, buscamos explorar atividades pedagógicas que aproximassem os conceitos introdutórios de cinemática com as situações reais que os alunos vivenciam no dia a dia da zona rural. Os guias da sequência didática constituíram uma ferramenta pedagógica de avaliação, pois foi possível analisar os achados da intervenção pedagógica considerando as expressões dos alunos por meio da escrita e estratégias e resoluções de situações-problema.

Assim, para avaliar o efeito da sequência didática no processo de ensino na intervenção pedagógica e a aprendizagem dos alunos por meio das situações-problemas vivenciadas, realizamos a análise dos dados por meio da proposta do método da

intervenção (método de ensino) e o método da avaliação da intervenção (método de pesquisa propriamente dito) (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 62).

7. RESULTADOS

Nesse capítulo, apresentaremos os resultados obtidos nas etapas de discussão inicial, investigação e discussão final por meio da aplicação dos Módulos Didáticos desenvolvidos ao longo da execução da sequência didática “Desvendando o trânsito”. Dessa forma, o presente capítulo contém relatos circunstanciados dos MDs, efeitos da intervenção sobre os participantes e as potencialidades e limitações da intervenção propriamente dita.

Ao final de cada seção serão avaliados os objetivos de aprendizagem com a finalidade de analisarmos e discutirmos sobre a ocorrência ou não de condições de para promover uma aprendizagem significativa.

7.1 ETAPA DE DISCUSSÃO INICIAL

A etapa de discussão inicial foi desenvolvida através da execução de 03 (três) MD (figura 5), tendo como principal objetivo fazer com que os alunos desenvolvessem noções conceituais de movimento, repouso, referencial, distância e velocidade.

Figura 5: Aplicação dos Módulos Didáticos da etapa da discussão inicial.



Fonte: Autora (2019).

Neste momento antes de começar a aplicação da intervenção pedagógica na escola, tivemos o nosso primeiro obstáculo: a transferência de um número considerável de alunos (oito alunos) da zona urbana para a zona rural. Tal fato ocasionou-se devido

uso do transporte escolar que é um fator determinante para os alunos que vivem na zona rural, pois o transporte para as escolas na zona urbana foi restringindo para os anos de ensino que são ofertados em escolas rurais.

Diante disso, a ansiedade e a insegurança foram os sentimentos que permeavam o início da intervenção pedagógica, pois os alunos não estavam vindo para escola espontaneamente, e sim por uma decisão administrativa do Poder Executivo Municipal.

Assim, a turma de 9º ano que antes tinha oito alunos passou a ter 16 a partir do dia 13 de maio, com o espaço físico limitado e tendo que começar a estabelecer um vínculo de afetividade e o sentimento de pertencimento com a nova escola, começamos a aplicação a aplicação da intervenção pedagógica.

7.1.1 MÓDULO DIDÁTICO I – TRANSPORTE ESCOLAR

No dia 20/05/2019 (segunda-feira), foi apresentada a proposta da SD Desvendando o trânsito, explicando a distribuição e sistematização das aulas. Participaram do primeiro encontro 12 alunos. Na oportunidade foi entregue o termo de consentimento e autorização de uso de imagem e voz para os alunos levarem para o responsável assinar, e assim poderem participar do projeto de intervenção.

Inicialmente, foi realizada uma conversação pautada nas questões: Onde você mora? Qual a distância que você leva da sua casa até a escola? Quanto tempo você leva de casa até a escola?

Dessa forma, os alunos foram comentando onde moravam, as distâncias entre a casa dos colegas e o tempo que levam até a escola. Após, foi distribuído o guia do MD Transporte Escolar (APÊNDICE A) para a resolução.

Cabe ressaltar que a proposta inicial era que os alunos produzissem um vídeo sobre o trajeto de casa até escola para posteriormente a discussão em sala de aula. Mas, infelizmente devido à falta de luminosidade e o horário de saída de casa ser a partir das 4h, tornou-se inviável a filmagem, pois ainda é escuro, fato que impediria a visualização das imagens, assim adaptamos a atividade fazendo o uso das descrições dos trajetos por escrito.

7.1.2 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO MDI

Para o desenvolvimento do MDI, os alunos foram divididos em quatro grupos de três componentes. Cada integrante do grupo recebeu o guia do MDI e iniciaram a discussão sobre a problematização.

Os alunos demonstraram interesse na realização da atividade propostas, discutiram sobre movimento e repouso e responderam as questões. Diante disso, podemos destacar que a turma conseguiu analisar as situações vivenciadas no transporte escolar e começou a desenvolver noções iniciais de movimento e repouso. No quadro 6 apresentamos os dados referente a MDI, baseando-nos nas respostas de cada componente dos grupos.

Quadro 6: Questão inicial do guia do MDI.

Questão norteadora: a) Em que situações você percebeu que seu corpo estava em movimento?	
Grupos	Dados – Respostas individuais (RI) dos alunos.
G1	A11- <i>“Ele está em movimento quando o corpo está dentro do carro ou caminhando, correndo”...</i> A12- <i>“Quase o tempo todo”.</i> A13- <i>“Quando subo no ônibus ou quando ele passa por algum buraco muito rápido”.</i>
G2	A21- <i>“Eu fico em pânico e ao mesmo tempo uma tranquilidade”.</i> A22- <i>“Quando o ônibus freia e logo em seguida arranca”.</i> A23- <i>“Quando o ônibus cruza nos buracos”.</i>
G3	A31- <i>“Quando o ônibus freia e arranca”.</i> A32- <i>“Quando o ônibus começa a se movimentar”.</i> A33- <i>“Todo o tempo”.</i>
G4	A41- <i>“Quando o ônibus fica em movimento e quando olhamos pela janela”.</i> A42- <i>“Quando estou andando”.</i> A43- <i>“Quando o ônibus está em movimento”.</i>

Fonte: Autora (2020).

Com base nos dados coletados, podemos destacar que dois grupos (G2 e G3) associaram o movimento do corpo a ação da frenagem e a locomoção do ônibus, demonstrando o conhecimento inicial do princípio de inércia que um corpo que está em movimento tende a permanecer.

Sobre o conceito de referencial somente um grupo (G4) estabeleceu a relação que o ônibus se movimenta quando percebemos olhando pela janela esse deslocamento. Deste modo, o G4 nos induz a refletir que o corpo está em movimento em relação ao cenário visto pela janela.

Os grupos G1 e G2 consideraram que o corpo se movimenta quando um fator externo ao ônibus, no caso um buraco na rodovia, é possível perceber o corpo ser projetado.

Por fim, nesta questão podemos destacar que os alunos estão relacionando as situações vivenciadas com seus conhecimentos prévios sobre movimento de maneira gradativa.

Sobre a noção de repouso podemos analisar as respostas dos alunos, conforme a questão norteadora no quadro 7.

Quadro 7: Questão do guia do MDI.

Questão norteadora: b) Em que situações você observou que seu corpo estava em repouso?	
Grupos	Dados– Respostas individuais (RI) dos alunos.
G1	A11- <i>“Quando está parado”</i> A12- <i>“Em bem poucas situações na faixa só”</i> . A13- <i>“Quando ele (ônibus) vem devagar ou quando ele para em algum lugar”</i> .
G2	A21- <i>“Fiquei muito tranquilo e me deu muito sono”</i> . A22- <i>“A hora que eu estava parado dentro do ônibus”</i> . A23- <i>“Quando paramos nas paradas”</i> .
G3	A31- <i>“Nunca”</i> . A32- <i>“Em poucas situações, como na faixa”</i> . A33- <i>“Quando o ônibus anda na faixa”</i> .
G4	A41- <i>“Quando desce do transporte na escola”</i> . A42- <i>“Quando eu estava sentado”</i> . A43- <i>“Quando o ônibus parou”</i> .

Fonte: Autora (2020).

Como podemos observar os alunos ainda apresentaram dificuldades em internalizar que para definir os conceitos de movimento e repouso é necessário considerar um referencial.

Os alunos A11 e A13 do grupo G1 e A22 e A23 do grupo G2 realizaram associação de que para estar em repouso o ônibus precisa estar parado, não conseguiram relacionar com outro referencial.

Os integrantes A32 e A33 do grupo G3 conseguiram estabelecer a relação que o corpo está em repouso em relação ao ônibus que está em movimento na rodovia.

O G4, conseguiu perceber que quando um passageiro desembarca, ele fica em repouso em relação a um objeto externo ao ônibus e também que o passageiro sentado no

banco está em repouso em relação ao ônibus. Dessa forma, podemos dizer que os grupos G3 e G4 mais se aproximaram das noções conceituais de repouso e referencial.

Diante do questionamento sobre o uso do cinto de segurança, todos os grupos relataram que ainda não têm o hábito de fazer o uso deste item de segurança (quadro 8).

Quadro 8: Questão do guia do MDI.

Questão norteadora: c) Em relação ao uso do cinto de segurança, o que você percebeu durante o trajeto?	
Grupos	Dados – Respostas individuais (RI) dos alunos.
G1	A11- <i>“Eu percebi que o cinto de segurança previne acidentes e impedem da gente se machucar”</i> . A12- <i>“Não uso”</i> . A13- <i>“Bom, ninguém usa cinto de segurança no transporte que eu venho”</i> .
G2	A21- <i>“O ônibus não tem cinto de segurança”</i> . A22- <i>“Que não tem cinto de segurança”</i> . A23- <i>“Tem cinto de segurança, mas ninguém usa”</i> .
G3	A31- <i>“Eu percebi que não tem”</i> . A32- <i>“Eu não uso o cinto de segurança”</i> . A33- <i>“Que ninguém usa o cinto de segurança”</i> .
G4	A41- <i>“Eu não uso cinto de segurança, mas tem cinto”</i> . A42- <i>“Postes, árvores e animais”</i> . A43- <i>“Postes, árvores e animais”</i> .

Fonte: Autora (2020).

Na finalização deste módulo didático, podemos inferir que os alunos apresentaram noções incipientes de movimento e repouso. Sendo que os grupos G3 e G4 concluíram que o corpo se desloca em uma freada brusca pois o ônibus está em movimento e o corpo tende a permanecer em movimento. Conforme podemos verificar nas opiniões dos componentes dos grupos apresentadas no quadro 9:

Quadro 9: Questão do guia do MDI.

(continua)

Questão norteadora: d) Se você levanta do banco para ir até a cabine do motorista e instantaneamente ocorre uma freada brusca, o que acontece com o seu corpo? Explique sob a luz do conhecimento da física.	
Grupos	Dados – Respostas individuais (RI) dos alunos.
G1	A11- <i>“Ela se vai para frente fazendo o meu corpo cair”</i> . A12- <i>“A pessoa cai ou se vai para frente”</i> . A13- <i>“Ele iria sentir o impacto da freada e automaticamente eu iria cair”</i> .

Quadro 9: Questão do guia do MDI.

(conclusão)

Questão norteadora: d) Se você levanta do banco para ir até a cabine do motorista e instantaneamente ocorre uma freada brusca, o que acontece com o seu corpo? Explique sob a luz do conhecimento da física.	
Grupos	Dados – Respostas individuais (RI) dos alunos.
G2	A21- <i>“Meu corpo deu um choque porque foi muito de repente o solavanco”</i> . A22- <i>“O nosso corpo vai para a frente e logo volta para trás”</i> . A23- <i>“Meu corpo vai para frente, sendo que caindo lá na frente do para-brisa”</i> .
G3	A31- <i>“Meu corpo se desloca bruscamente porque o ônibus para e meu corpo segue o trajeto”</i> . A32- <i>“Eu vou cair e machucar o meu corpo”</i> . A33- <i>“Eu posso cair e machucar meu corpo”</i> .
G4	A41- <i>“O nosso corpo vai cair porque o ônibus estava em movimento”</i> . A42- <i>“Eu vou para a frente e quase caio”</i> . A43- <i>“Meu corpo irá se movimentar bruscamente para frente”</i> .

Fonte: Autora (2020).

De acordo com os resultados do MDI, podemos considerar que os alunos conseguiram apresentar noções iniciais sobre os conceitos de movimento, repouso e referencial.

Na próxima subseção abordaremos mais especificamente a noção conceitual de referencial por meio da execução do MDII - Ônibus de Galileu.

7.1.3 MÓDULO DIDÁTICO II – ÔNIBUS DE GALILEU

Primeiramente, a nossa proposta era construir um arranjo experimental que demonstrasse um lançamento vertical de uma esfera por de meio de um dispositivo acoplado em um carro de brinquedo. Para trabalharmos a seguinte problematização:

Um ônibus transita pela cidade realizando um city tour histórico e repentinamente um passageiro joga um objeto para cima e você esperando na parada de embarque observa a queda do objeto. O guia de turismo para o ônibus e adverte os passageiros: “Não joguem objetos, isso vai cair em cima de nós!” Ao embarcar você senta no banco e reflete que o guia turístico está equivocado e pensa: “Jamais o objeto vai cair em cima do ônibus”. Com base na situação descrita, vamos descobrir quem está com a razão você

ou o guia! Descreva a trajetória que o objeto faz sendo lançado verticalmente para cima do ônibus de passeio, conforme a figura 6:

Figura 6: Problematização do MDII.



Fonte: Jornal digital estadão (2018).

Entretanto, pelo fato de termos dificuldades na montagem do material, optamos em adaptar o experimento com uma cadeira giratória, pois a sua utilização permitia o deslocamento do passageiro na pista. Sendo assim, foi possível posicionar um observador em um ponto referencial para analisar a trajetória do objeto no momento que o passageiro lança para cima uma esfera.

No dia 27/05/2019 (segunda-feira), iniciamos a aplicação do MDII – Ônibus de Galileu, nesta proposta participaram 12 alunos e a turma foi dividida em grupos de três componentes.

Os guias do módulo didático (Apêndice B) foram distribuídos para os grupos, assim após a leitura, cada grupo foi para o pátio da escola realizar as observações.

Cada trio utilizou a cadeira giratória (figura 7), as três esferas (isopor, metal e plástico) e um telefone celular para efetuar os registros de fotos e vídeos.

Figura 7: Arranjo experimental do MDII.



Fonte: Autora (2020).

Os alunos demonstraram interesse em realizar a atividade, se integraram facilmente, discutiram e analisaram a situação-problema no momento para a resolução do guia.

7.1.4 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO MDII

Partindo da problematização para descobrir qual a trajetória que o objeto faz quando é lançado verticalmente para cima por um passageiro em um ônibus de turismo e temos um observador fora do ônibus, os alunos vivenciaram esta experiência e obtivemos os seguintes posicionamentos dos grupos, como podemos analisar no quadro (10):

Quadro10: Questão inicial do guia do MDII.

(continua)

Questão norteadora: a) Qual a trajetória que o objeto fez em relação ao passageiro do ônibus?		
Grupos	Componentes	Dados – Respostas do Grupo (RG)
G1	A11, A12, A13	<i>“Bom, o trajeto foi com três bolinhas, de tamanhos e pesos diferentes, a bolinha pequena caiu. A segunda e a média foram bem e a grande não caiu”.</i>

Quadro10: Questão inicial do guia do MDII.

(conclusão)

Questão norteadora: a) Qual a trajetória que o objeto fez em relação ao passageiro do ônibus?		
Grupos	Componentes	Dados – Respostas do Grupo (RG)
G2	A22, A23, A24	<i>“Foi para cima e para baixo”.</i>
G3	A33, A34, A35	<i>“Ele atirou uma bolinha para cima e essa bolinha poderia ter atingido alguém”.</i>
G4	A42, A43, A21	<i>“Ele subiu e desceu”.</i>

Fonte: Autora (2020).

De acordo com as respostas dos grupos, podemos observar que os grupos G2, G3 e G4 conseguiram notar que o objeto faz a trajetória vertical considerando um passageiro no ônibus.

Em relação à trajetória que o objeto percorre em relação a um observador na parada de embarque, os alunos atribuíram a mesma trajetória vertical. Conforme podemos verificar nas respostas no quadro 11:

Quadro 11: Questão inicial do guia do MDII.

Questão norteadora: b) Qual a trajetória que o objeto fez em relação a você esperando na parada de embarque?		
Grupos	Componentes	Dados – Respostas do Grupo (RG)
G1	A11, A12, A13	<i>“A mesma trajetória que fez para o passageiro fez para mim, acho que não mudou o modo que ela arremessou e como eu vi”.</i>
G2	A22, A23, A24	<i>“A mesma trajetória”.</i>
G3	A33, A34, A35	<i>“É a mesma trajetória”.</i>
G4	A42, A43, A21	<i>“Ele subiu e desceu dando volta”.</i>

Fonte: Autora (2020).

Como podemos analisar os alunos não conseguiram perceber que a trajetória do objeto depende do referencial adotado. Ao analisarmos as respostas podemos deduzir que os grupos utilizaram como ponto referencial o passageiro do ônibus e não o observador na parada de embarque. Se o ponto referencial fosse o observador na parada de embarque possivelmente os grupos apontariam uma trajetória parabólica para o objeto.

Todos os grupos afirmaram que o guia turístico está com a razão conforme as respostas no quadro 12, considerando que o objeto lançado no ônibus fez a trajetória para cima e para baixo, podendo atingir os demais passageiros.

Quadro 12: Questão inicial do guia do MDII.

Questão norteadora: c) Quem está com a razão? Você ou o guia? Justifique		
Grupos	Componentes	Dados – Respostas do Grupo (RG)
G1	A11, A12, A13	<i>“O guia está com a razão, porque o objeto que o passageiro estava atirando poderia causar algum acidente”.</i>
G2	A22, A23, A24	<i>“O guia porque a bola caiu”.</i>
G3	A33, A34, A35	<i>“O guia está com a razão, porque a bola poderia ter atingido alguém que estava no ônibus”.</i>
G4	A42, A43, A21	<i>“O guia porque ele está carregando e eu estou sentado esperando chegar”.</i>

Fonte: Autora (2020).

No experimento, os grupos foram questionados sobre as diferentes bolinhas, se houve alguma variação no resultado, os grupos G1, G2 e G4 ressaltaram as diferenças do peso e tamanho das esferas, porém não conseguiram estabelecer uma relação para verificar a influência da resistência do ar na atividade, como podemos constatar no quadro 13 a seguir:

Quadro 13: Questão inicial do guia do MDII.

Questão norteadora: d) Ao realizar o experimento com as diferentes bolinhas, houve alguma variação no resultado? Justifique		
Grupos	Componentes	Dados – Respostas do Grupo (RG)
G1	A11, A12, A13	<i>“Sim, porque as bolinhas são de diferentes tamanhos, peso e formato”.</i>
G2	A22, A23, A24	<i>“Sim, a esfera é mais pesada e a de isopor é mais leve, a de plástico é média. A de isopor caiu mais vezes”.</i>
G3	A33, A34, A35	<i>“Não, devido ao movimento você atira a bolinha e essa bolinha cai na sua mão por causa do movimento”.</i>
G4	A42, A43, A21	<i>“Sim, o peso, a de isopor é mais leve, a de ferro mais pesada e a de plástico leve”.</i>

Fonte: Autora (2020).

Com base nos resultados desse módulo didático, podemos analisar que os alunos ainda não conseguiram ter domínio do conceito de referencial e como essa variável é determinante para estabelecer relações entre os conceitos de movimento e repouso na cinemática, constatamos que é necessário buscar estratégias de ensino que permitam a visualização mais nítida da trajetória do objeto para facilitar aprendizagem destes conceitos.

7.1.5 MÓDULO DIDÁTICO III– A CORRIDA DOS CARROS

No dia 03/06/2019 (segunda-feira), começamos a aplicação do MDIII – A corrida dos carros, esta atividade teve como objetivo trabalhar o conceito inicial de velocidade escalar média, coletando dados de diferentes distâncias e tempos e assim efetuar o cálculo de velocidade em situações idealizadas.

Inicialmente, os alunos foram orientados em sala de aula sobre a proposta, logo a turma foi dividida em grupos, nesta aula contamos com a participação de 13 alunos distribuídos em quatro grupos, sendo três grupos com três componentes e um grupo com quatro componentes.

Para a execução da atividade baseamo-nos na seguinte problematização:

O trânsito está cada vez mais caótico, a população corre de um lado para o outro em carros, motos, bicicletas, carroças e cada vez mais tentamos percorrer longas distâncias no menor intervalo de tempo possível! Você já parou para pensar se invertêssemos os papéis? E se você fosse um carro? Vamos lá, mãos à obra!

Após a divisão da turma e mobilização para a atividade, nos deslocamos até a quadra de esportes com os materiais (trena, lápis, guias, telefones celulares) para a execução da atividade (figura 8). Cada grupo escolheu as distâncias que queriam percorrer e realizou as medições.

Figura 8: Atividade A corrida dos carros do MDIII.



Fonte: Autora (2019).

Depois de realizada a coleta de dados, foi introduzido o conceito de velocidade escalar média e os alunos resolveram as questões do guia (Apêndice C). Deste modo, foi possível perceber que a turma conseguiu compreender a operação e aplicação da fórmula para calcular a velocidade.

Os alunos trabalharam de maneira positiva em seus grupos, participaram, discutiram e formularam hipóteses.

7.1.6 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO MDIII

No MDIII, podemos considerar que os grupos conseguiram desenvolver os procedimentos de coleta de dados fazendo o uso da trena e cronômetro, além disso os alunos efetuaram os cálculos de velocidade escalar média utilizando a fórmula sem grandes dificuldades.

Entretanto, verificamos que o grupo G3 teve dificuldade no momento de expressar os resultados, pois nos cálculos deixou de expressar corretamente os numerais decimais indicando que o algarismo a seguir pertence à ordem das décimas.

Nesta atividade, os grupos conseguiram aplicar corretamente as unidades de medidas utilizadas nas coletas de dados, fato que podemos atribuir as medições com os instrumentos como a trena e cronômetro.

Na análise experimental, os alunos foram questionados quanto as possíveis variações de valores das grandezas medidas nos resultados e podemos constatar que os

grupos G1, G3 e G4 atribuíram as variações as diferentes distâncias que provocaram diferenças de tempo no deslocamento, como podemos observar no quadro (14).

Quadro 14: Questão inicial do guia do MDII.

Questão norteadora: Discuta com os seus colegas os resultados encontrados e explique as possíveis variações dos valores das grandezas medidas.		
Grupos	Componentes	Dados – Respostas do Grupo (RG)
G1	A11, A12, A13	<i>“Porque as distâncias foram diferentes, por isso o tempo foi variado”.</i>
G2	A21, A24, A42, A43	<i>“Ao diminuir percebemos mudanças nas grandezas”.</i>
G3	A31, A32, A33	<i>“Porque correram diferentes distâncias”.</i>
G4	A35, A22, A41	<i>“Por causa que as três distâncias são diferentes, por isso o tempo varia”.</i>

Fonte: Autora (2020).

De acordo com as respostas dos alunos podemos considerar que os grupos G1, G3 e G4 perceberam que o tempo varia conforme a distância percorrida, mas ainda não internalizaram que a velocidade escalar média sofrerá a influência desta relação entre distância e tempo.

Na etapa da discussão inicial, propomos o seguinte objetivo de aprendizagem: Compreender definições conceituais de referencial, movimento, repouso, tempo, distância e velocidade média.

Diante dos achados podemos considerar que atingimos parcialmente esse objetivo de aprendizagem, pois os alunos conseguiram compreender noções de movimento, repouso, tempo, distância e velocidade escalar média, mas o conceito de referencial ainda não ficou claro para maioria dos alunos.

Para avaliarmos os conteúdos conceituais, em especial, as noções de movimento, repouso, referencial, velocidade, distância e tempo aplicamos um teste (Apêndice I) com questões que abordassem esses conhecimentos relacionando com as situações vivenciadas no decorrer da etapa de discussão inicial.

Nesta avaliação, participaram 13 alunos, assim dividimos a turma em três grupos de três componentes e um grupo de quatro componentes, conforme o quadro 15.

Quadro 15: Divisão dos grupos para a realização do teste.

(continua)	
Grupos	Componentes

Quadro 15: Divisão dos grupos para a realização do teste.

(conclusão)

Grupos	Componentes
G1	A12, A13, A14
G2	A21, A22, A35
G3	A31, A32, A34
G4	A41, A42, A43, A24

Fonte: Autora (2020).

Na sequência veremos o aproveitamento dos grupos, analisando as questões propostas:

Na questão 01, tínhamos como objetivo analisar se os alunos conseguiram internalizar o conceito de referencial, considerando a seguinte situação problema:

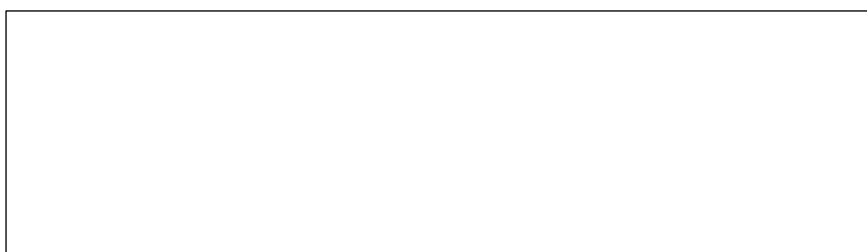
- Considere um vagão passando por uma plataforma com velocidade constante, tendo em seu interior uma pessoa sentada e, na plataforma, outra pessoa observando o vagão passar. Dentro do vagão se desprende um lustre conforme a Figura 9.

Figura 9: Imagem para explorar o conceito de referencial.



Fonte: Alvares, (2016).

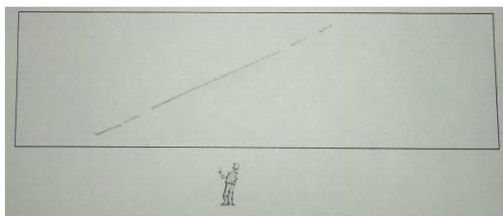
Com base nas observações os alunos deveriam desenhar a trajetória que o lustre faz considerando a pessoa que está observando o vagão passar:



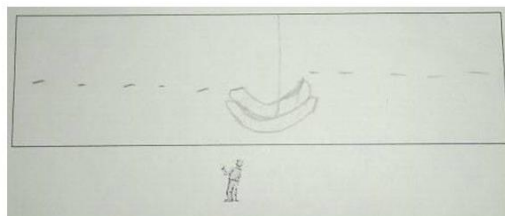
Nesta questão, os alunos não conseguiram perceber que o observador de fora do vagão enxerga o objeto realizar uma trajetória parabólica devido o movimento do vagão e que o passageiro de dentro do vagão percebe o objeto fazer uma trajetória vertical.

No momento de realizar o desenho da trajetória do objeto, percebemos que os alunos ainda apresentaram dificuldades como podemos constatar nas imagens da figura 10:

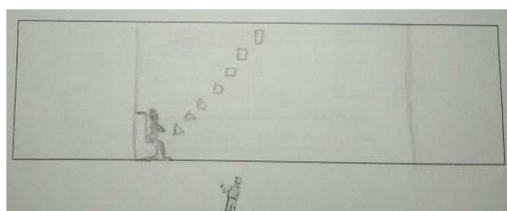
Figura 10: Respostas dos grupos referente a questão 01 sobre a trajetória do objeto.



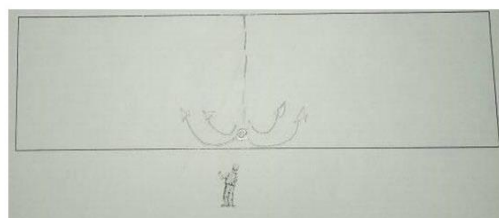
Resposta dos alunos do G1.



Resposta dos alunos do G2.



Resposta dos alunos do G3.



Resposta dos alunos do G4.

Fonte: Autora (2020).

De acordo com os dados, os alunos dos grupos G2 e G4 apontaram que o observador de fora do ônibus enxerga o objeto fazer uma trajetória vertical e os alunos dos grupos G1 e G3 demonstraram que o objeto faz a trajetória diagonal o lado oposto do movimento do vagão. Tais resultados nos mostram que houve uma fragilidade na internalização do conceito de referencial e suas relações conceituais com movimento e repouso.

Em relação à questão 02, tínhamos como objetivo analisar se os alunos compreenderam que para calcular a velocidade escalar média era necessário considerar a razão da distância percorrida pelo tempo gasto.

Questão 02 - Em um treinamento de atletismo, João correu uma distância de 30 metros em 10 s e Lucas percorreu uma distância de 18 metros em 6 segundos. Considerando esta situação qual afirmativa abaixo está correta?

- A velocidade escalar média de João foi menor que a velocidade escalar média de Lucas.
- A velocidade escalar média de João foi maior que a velocidade escalar média de Lucas.
- A velocidade escalar média de João e Lucas são iguais.
Justifique sua resposta.

Os grupos conseguiram efetuar os cálculos e encontrar a resposta correta, todos assinalaram a alternativa “c”. Porém, apresentaram algumas dificuldades no emprego das unidades de medidas no momento de justificar a resposta, como podemos analisar no quadro 16:

Quadro 16: Justificativas dos alunos referente a questão 02.

Questão 2 – Objetivo de aprendizagem: Compreender o cálculo da velocidade escalar média	
Grupos	Justificativa – RG
G1	<i>“Porque pelos dois cálculos o resultado foi igual”.</i>
G2	<i>“Porque as duas são iguais”.</i>
G3	<i>“Lucas percorreu 10 m/s e João 3 m/s”.</i>
G4	<i>“Ao usar a fórmula o resultado deu o mesmo”.</i>

Fonte: Autora (2020).

Os grupos G1, G2 e G4 conseguiram efetuar o cálculo da velocidade escalar média e descobrir que os resultados eram iguais. O grupo G3 expressou os resultados das velocidades escalares de Lucas e João, respectivamente, em 10 m/s e 3 m/s, porém no momento de realizar o cálculo da velocidade escalar média utilizando a operação de divisão conseguiram atingir o resultado de 3 m/s, entretanto não utilizaram a unidade de medida.

Na questão 03, tivemos objetivo de analisar se os alunos conseguiram consolidar a noção de distância percorrida a partir das variáveis da velocidade e do tempo. De acordo com a seguinte proposta:

- a) Pedro demora em torno de 1 hora para chegar até a escola utilizando o transporte escolar. O ônibus faz o trajeto com a velocidade escalar média de 80 km/h. Qual a distância que Pedro percorre todos os dias para ir até a escola? a) 80 m b) 80 km c) 8 km d) 160 km e) 16 km

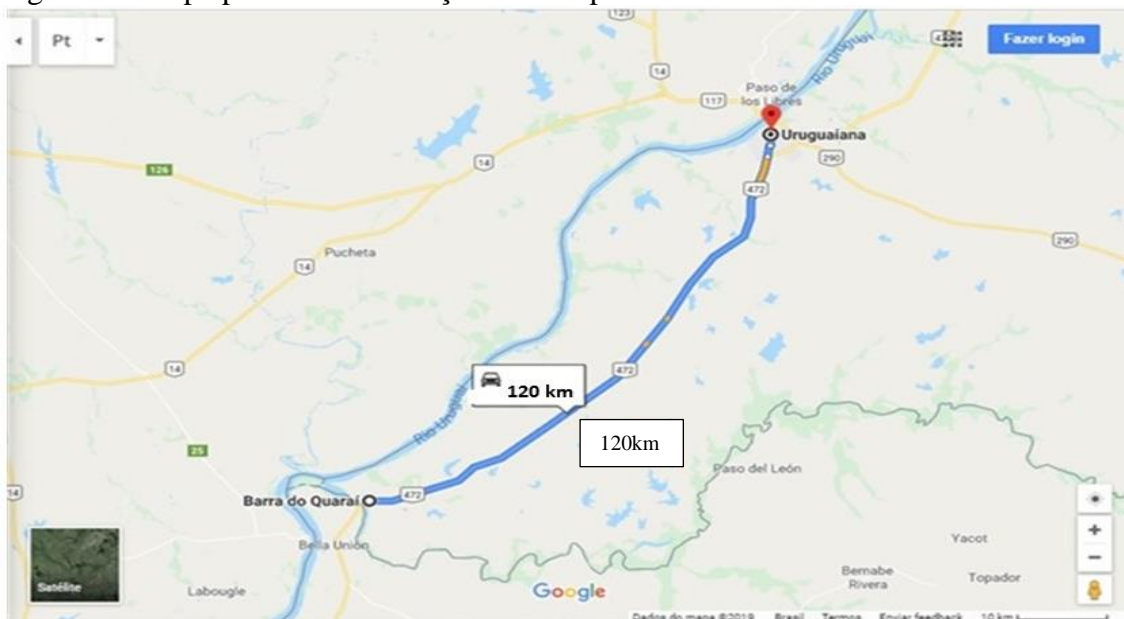
Os grupos G1, G3 e G4 conseguiram efetuar o cálculo da distância percorrida, assinalando a alternativa “b” como resposta. Mas, o grupo G2 não conseguiu realizar o cálculo assinalando a alternativa “e”.

Na questão 04 pretendíamos analisar se os alunos apresentavam noção de tempo, conforme podemos verificar na proposta a seguir:

- De acordo com o mapa a distância da sua casa em Barra do Quaraí até Uruguaiana é de 120 km. Você e sua família foram fazer compras em

Uruguaiana, considerando a velocidade escalar média do carro de 80 km/h, quanto tempo você e sua família levaram até Uruguaiana?

Figura 11: Mapa para trabalhar noções de tempo.



Fonte: *Google Maps* (2018).

Os grupos G1 e G2 conseguiram perceber que o tempo de viagem era 1,5h, porém no momento de expressar o resultado não utilizaram a unidade de medida.

O grupo G4 não atingiu a resposta correta, expressando que o tempo que levará para percorrer o trajeto era de 1 h 20 min. Já o grupo G3 apontou que o tempo gasto de viagem é 1 h 30 min, mas não utilizou as unidades de medidas para expressar o resultado.

De acordo com a proposta da avaliação, podemos considerar que a turma apresentou um aproveitamento suficiente em relação aos objetivos que se espera para alunos do 9º ano, principalmente nas questões que envolveram a análise de situações-problemas abordando a velocidade escalar média, distância e tempo, pois os alunos conseguiram efetuar os cálculos e resolver as questões. Entretanto, ainda houve dificuldades no emprego das unidades de medidas.

Em relação ao conceito de referencial, os alunos apresentaram dificuldade em compreender que a trajetória do objeto está interligada a um ponto de referência, pois esse elemento determinará os parâmetros de movimento e repouso de um corpo móvel.

7.2 ETAPA DE INVESTIGAÇÃO

A etapa de investigação foi dividida em 04 (quatro) módulos didáticos (figura 12), tendo como objetivo analisar dados coletados experimentalmente relacionando-os com a aplicabilidade dos conceitos físicos de velocidade, distância e tempo para a promoção da educação para o trânsito.

Figura 12: Aplicação dos Módulos Didáticos da etapa de investigação.



Fonte: Autora (2019).

7.2.1 MÓDULO DIDÁTICO IV – REPÓRTER DO CAMPO

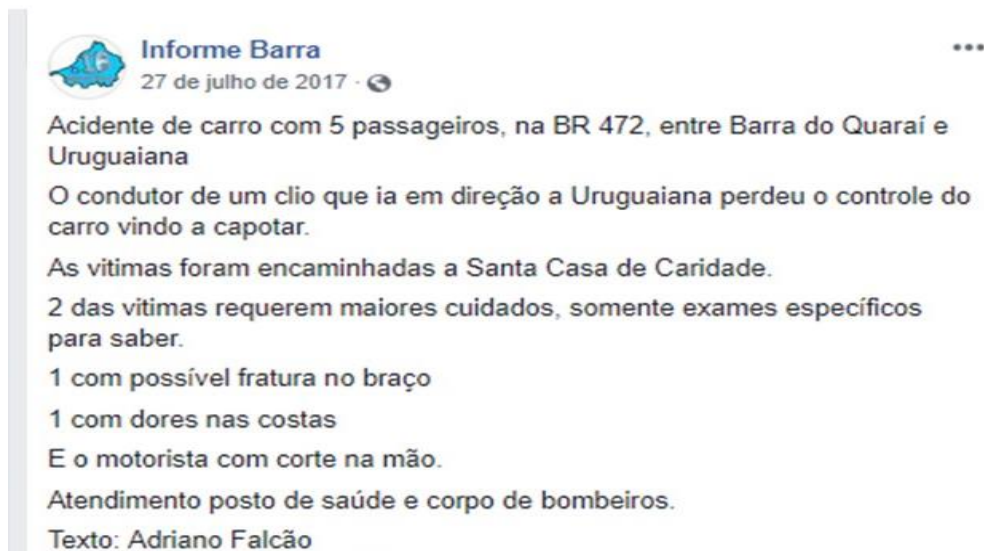
A primeira etapa da investigação ocorreu no dia 17/06/2019 (segunda-feira) deu-se pela aplicação do MDIV – Repórter do campo, nesta atividade os alunos foram desafiados a entrevistar os moradores sobre as possíveis causas de acidente e a velocidade média de tráfego dos carros.

Contamos com a participação de 15 (quinze) alunos, assim dividimos a turma em 04 (quatro) grupos, 01 (um) grupo de 03 (três) componentes e 03 (três) grupos de 04 (quatro) componentes. Para a execução do MDIV, os alunos foram orientados sobre a proposta antes de saírem para realizar as entrevistas em conjunto analisamos a problematização inicial a seguir:

Cenas descritas na imagem abaixo acontecem com frequência na BR 472 no trecho entre Barra do Quaraí e Uruguaiana. Você já parou para pensar em quais são as principais causas dos acidentes na BR 472? Então, precisamos descobrir! Junte-se com seus colegas e realize entrevistas com os moradores buscando descobrir as causas desses

acidentes! Após, na condição de repórter realize uma reportagem sobre o tema correlacionando com os conceitos físicos e socialize com a turma!

Figura 13: Problematização do guia do MDIV.



Fonte: Falcão, (2017).

Com base na problematização os grupos foram estimulados a realizar as entrevistas por meio da expedição de estudos na comunidade.

De maneira geral, a turma demonstrou interesse em realizar as entrevistas semiestruturadas, interagiram facilmente com os moradores da comunidade e conseguiram coletar os dados referente as principais causas de acidentes na BR 472, a estimativa para a velocidade que os carros transitam na BR 472 e o limite máximo da velocidade permitida para esta rodovia.

Na sequência, apresentamos os dados coletados pelos alunos, cada grupo realizou duas entrevistas, totalizando 08 (oito) pessoas entrevistadas.

7.2.3 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO MDIV

Dentre os dados coletados pelos grupos, podemos destacar que de acordo com a opinião dos moradores, as principais causas de acidentes são buracos na rodovia, falta de sinalização, falta de atenção, velocidade e imprudência. Conforme podemos analisar no quadro (17):

Quadro 17: Questão inicial do guia do MDIV.

Questão norteadora: Na sua opinião, quais as principais causas dos acidentes na BR 472?		
Grupos	Componentes	Dados
G1	A21, A24, A42, A43	“Buracos”. – Entrevistado(a) 1 “Falta de atenção ao atender o celular”- Entrevistado(a) 2
G2	A11, A23, A35	“Os buracos e a falta de sinalização”. - Entrevistado(a) 3 “Os buracos e as ultrapassagens”. - Entrevistado(a) 4
G3	A31, A32, A33, A34	“A velocidade e as ruas estragadas”. - Entrevistado(a) 5 “Por causa dos buracos e a falta de apoio do governo” - Entrevistado(a) 6
G4	A12, A13, A14, A41	“Falta de atenção, imprudência e buracos”. - Entrevistado(a) 7 “A BR não está em boas condições, falta de atenção do condutor e as vezes falta de sinalização”. - Entrevistado(a) 8

Fonte: Autora (2020).

A BR 472 é uma rodovia com o tráfego intenso de caminhões no período da safra de arroz, e a pavimentação precária é um dos maiores problemas que os moradores enfrentam, conforme os relatos supracitados.

Em relação a velocidade média que os moradores transitam na BR 472, das oito pessoas entrevistadas, somente três pessoas respeitam o limite de velocidade de 80 km/h da rodovia, dois entrevistados andam com a velocidade abaixo do limite permitido sendo os valores de 40 km/h a 60 km/h e 70 km/h, dois entrevistados não respeitam o limite de velocidade transitando a 110 km/h e 100 km/h e um não soube opinar, pois não dirige.

Sobre a estimativa da velocidade dos carros na BR 472, os moradores estimaram valores de 60 km/h, 80 km/h, 90 km/h, 100 km/h, 120 km/h.

Conforme os dados, quatro pessoas não sabem exatamente o limite máximo permitido na rodovia, três entrevistados responderam que 80km/h é o limite de velocidade permitido e um entrevistado não soube opinar.

Nesta atividade foi possível perceber positivamente o envolvimento dos alunos na coleta de dados e posteriormente na análise dos mesmos.

7.2.4 MÓDULO DIDÁTICO V – CONHECENDO O SOFTWARE MODELLUS

No dia 24/06/2019 (segunda-feira), iniciamos MDV – Conhecendo o *software Modellus*, esta proposta foi elaborada a partir dos dados coletados das entrevistas com os moradores da comunidade.

A turma foi dividida em quatro grupos, sendo dois grupos com três componentes e dois grupos com quatro componentes, conforme o quadro 18.

Quadro 18: Divisão dos grupos para o desenvolvimento do MDV.

Grupos	Componentes
G1	A11, A12, A13, A14
G2	A21, A35, A41
G3	A22, A31, A33, A34
G4	A21, A42, A43

Fonte: Autora (2020).

Para o desenvolvimento deste módulo didático, com base na coleta de dados do módulo didático Repórter do campo, foi proposta a seguinte problematização:

No boletim informativo “Repórter do Campo” foi noticiado que as principais causas dos acidentes na BR 472 são: os buracos na rodovia, a falta de atenção e imprudência dos condutores, as ultrapassagens perigosas, a falta de sinalização e a velocidade dos carros. Conforme as entrevistas realizadas pela equipe (a) do Jornal Repórter do Campo, podemos verificar que a velocidade média que os carros transitam na BR 472 pode ser determinante para a ocorrência de acidentes. Agora, vamos analisar os dados coletados pela equipe do Jornal Repórter do Campo, de acordo com as perguntas:

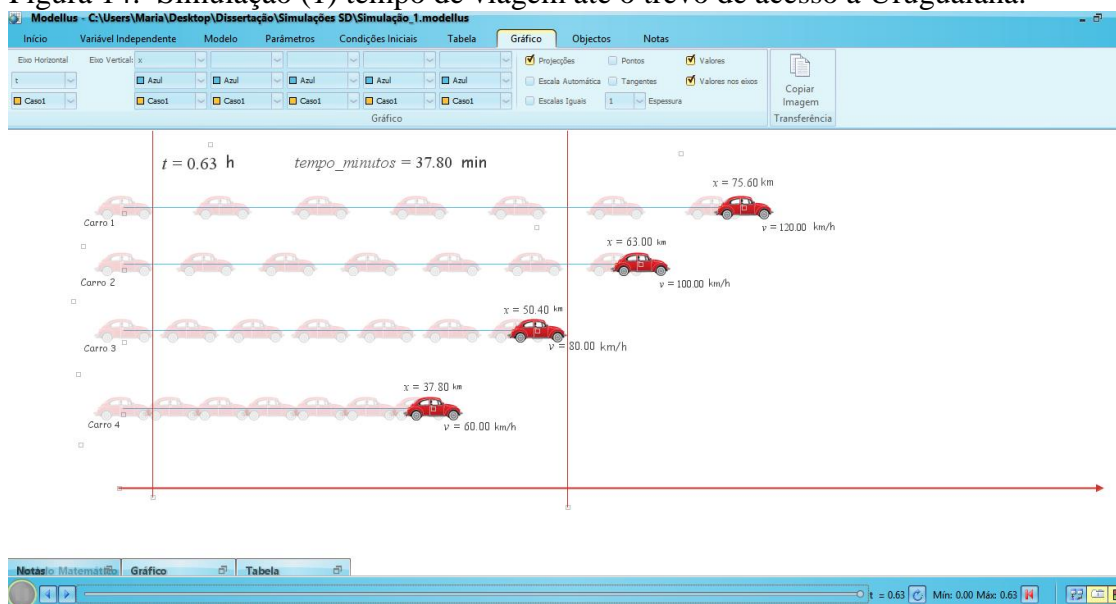
- 1) Qual a velocidade média você transita na BR 472?
120 km/h, 100 km/h, 80 km/h, 70 km/h, 60 km/h, 50 km/h, 40 km/h
- 2) Qual estimativa você faz para a velocidade média dos carros que transitam na BR 472?
120 km/h, 100 km/h, 90 km/h, 80 km/h, 60 km/h
- 3) Qual o limite máximo para a velocidade média nesta rodovia?
110 km/h, 100 km/h, 80 km/h; Caminhão e ônibus: 80 km/h e carro: 100 km/h

Em um segundo momento os alunos foram instruídos a inserem os dados em uma simulação com o software *Modellus*¹, disponível no link https://drive.google.com/drive/folders/15ICBbMhMb-_ahRoUKaUvLwigk6o_WNXL

¹ROLIM, Alessandro, Informática aplicada a física, *Software Modellus 4.01*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Norte, 2012. Disponível em: http://docente.ifrn.edu.br/alessandrorolim/informatica-aplicada-a-fisica/software-modellus-4.01/at_download/file Acesso em: 18 maio 2018.

(Figura 14) para estimarem o tempo de viagem da escola até o trevo de acesso a próxima cidade, de acordo com as questões norteadoras do guia (Apêndice E).

Figura 14: Simulação (1) tempo de viagem até o trevo de acesso a Uruguaiana.



Fonte: Autora (2019).

Com base nos relatos dos moradores e a simulação, os alunos trabalharam nas atividades da figura 15.

Figura 15: Problematizações do MDV.

Com base nos relatos dos moradores, utilize a Simulação 1, usando o *software Modellus*, para resolver as seguintes atividades:

- Descubra a distância percorrida pelos moradores que transitam na BR 472 no período de 37,8 minutos, considerando os seguintes valores para velocidade média: 120 km/h, 100 km/h, 80 km/h, 60 km/h (use a aba parâmetros para alterar os módulos das velocidades e a de variável independente para alterar o tempo máximo);
- Considerando que quatro (04) carros transitam na BR 472, com as respectivas velocidades médias, carro 1: 100 km/h, carro 2: 90 km/h, carro 3: 80 km/h, carro 4: 60 km/h. Calcule a diferença entre as distâncias percorridas do carro 1 e carro 3 ao final dos 37,8 minutos;
- Em relação ao carro 2 e o carro 4, podemos dizer que o carro 2 chegou quantos metros a frente do carro 4?
- Se você tivesse que orientar os moradores sobre o limite máximo de velocidade da rodovia, qual valor você afirmaria:
100 km/h b) 110 km/h c) 90 km/h d) 80 km/h e) 60 km/h

Fonte: Autora (2020).

Nesse momento os estudantes foram incentivados a interagirem com a simulação para alterarem a velocidade e a distância e observarem a alteração no tempo de viagem.

Os grupos participaram positivamente da atividade, demonstraram curiosidade ao fazer uso do programa e analisar as simulações.

7.2.5 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO MDV

No desenvolvimento das atividades do guia, os alunos conseguiram utilizar o *software* para a inserção de dados, mas apresentaram dificuldades no emprego das unidades de medidas.

Os grupos G1, G2, G3 e G4 conseguiram efetuar os cálculos da distância percorrida pelos carros que transitavam a 120 km/h, 100 km/h, 80 km/h e 60 km/h, porém somente utilizaram o valor numérico e não fizeram o uso da unidade de medida km nos resultados encontrados.

Nas questões que solicitava o cálculo da diferença entre as distâncias, o G4 teve dificuldade de interpretar o enunciado das perguntas, assim não conseguiu realizar os cálculos corretamente.

Os grupos G1 e G2 entenderam o enunciado da questão e efetuaram o cálculo de subtração para descobrir a diferença entre as distâncias percorridas pelos carros, mas efetuaram o cálculo incorretamente e não fizeram o uso da unidade de medida.

O G3 conseguiu efetuar o cálculo da diferença entre as distâncias percorridas pelos carros, mas não conseguiu utilizar a unidade de medida correta.

Como podemos observar que, todos os grupos apresentaram dificuldades em empregar a unidade de medida, provavelmente por falta de atenção na interpretação das questões ou pelo fato de ainda não terem consolidado o conhecimento sobre as conversões das unidades de medidas, pois os alunos ainda não apresentaram ter o domínio do valor e conversão de metro (m) e quilometro (km).

Também não podemos descartar que os alunos no momento da aplicação dos dados no programa *Modellus* podem ter transcritos os valores numéricos na íntegra e não terem atentados para a inclusão da unidade de medida.

Em relação ao limite máximo de velocidade permitida para a rodovia, os grupos G2, G3 e G4 demonstraram saber que os veículos podem transitar até 80 km/h, mas o G1 que ainda não tinha esse conhecimento e atribuiu a velocidade de 90 km/h.

7.2.6 MÓDULO DIDÁTICO VI – A VELOCIDADE DOS CARROS NA BR 472

Para o desenvolvimento do MDVI, realizamos as atividades em duas aulas, dia 27/06/2019 (quinta-feira) e dia 03/07/2019 (quarta-feira). No MDVI para conseguirmos realizar a atividade dividimos a turma em 04 (quatro) grupos, G1, G2 e G3 com 03 (três) componentes e o grupo de trabalho (GT) com 05 (cinco) componentes, este grupo foi montado para observar o deslocamento dos carros e efetuar as medições.

Quadro 19: Divisão dos grupos para o desenvolvimento do MDVI.

Grupos	Componentes
G1	A11, A12, A13, A14
G2	A23, A24, A41
G3	A31, A35, A21
GT	A22, A33, A34, A42, A43

Fonte: Autora (2020).

Inicialmente, em sala de aula, os alunos foram orientados para a atividade, receberam os materiais para a execução da proposta e distribuídos os guias com a seguinte problematização:

A Polícia Rodoviária Federal (PRF) atua na fiscalização dos veículos nas rodovias, comumente acontece o controle do limite da velocidade média dos carros por meio de pistola radar. Desta forma, você já parou para pensar se o limite de velocidade na BR 472 é respeitado? Assim, hoje você e seus colegas serão os “policiais rodoviários federais” e realizarão a fiscalização do trânsito de veículos! Vamos lá! Mãos à obra!

No MDVI, os alunos precisavam medir a velocidade dos carros na BR 472 (figura 16), para isso eles precisavam medir o tempo e a distância percorrida pelos veículos e assim posteriormente calcular a velocidade (Apêndice F).

A turma foi conduzida até as margens da BR 472 e o grupo GT realizou a medição de uma distância de 60m com a trena, os grupos G1, G2 e G3 foram subdivididos nas extremidades com bandeiras na cor vermelha e azul.

No momento que passava um veículo um integrante levantava a bandeira vermelha e os grupos marcavam o tempo inicial com o cronômetro do celular quando o carro percorria a distância de 60 m, o outro integrante levantava a bandeira azul e os grupos marcavam o tempo final.

Figura 16: Medições do tempo e distância na BR 472.



Fonte: Autora (2020).

A turma realizou as medições de dez veículos, após retornamos para sala de aula e os grupos começaram a analisar os dados coletados e realizaram comentários sobre as observações da atividade.

7.2.7 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO MDVI

No MDVI, podemos destacar que os alunos se envolveram positivamente na execução da proposta, participaram em grupos e trabalharam em equipe no arranjo experimental.

Em relação aos efeitos da intervenção sob a aprendizagem dos alunos, podemos ressaltar que os grupos G1, G2 e G3 conseguiram internalizar o conceito de velocidade, partindo do resultado da razão entre a distância percorrida e o tempo gasto.

Os alunos conseguiram realizar a conversão das unidades de medidas de m/s para km/h, mas ainda apresentaram dificuldades em relação a transcrição dos valores numéricos, pois ainda não respeitam as casas decimais no momento de registrar os valores da velocidade.

Após a execução do MDVI, na aula foi proposta a seguinte questão norteadora: O que podemos atribuir os valores abaixo da velocidade permitida? A seguir veremos a transcrição dos comentários dos alunos sobre a proposição:

“Achamos que eles diminuíram a velocidade por conta dos buracos e dos grupos que estavam ali”.- A12

“O número de pessoas no acostamento, a tendência é diminuir a velocidade”. – A41

Com base nestes comentários, podemos verificar que os alunos conseguiram analisar as variáveis que podem ter interferido na velocidade dos veículos que transitavam na BR 472.

Por fim, os alunos constataram que os dez veículos que passaram pelo local não ultrapassaram a velocidade máxima permitida, conforme aponta os dados coletados e resultados.

7.2.7 MÓDULO DIDÁTICO VII – O PERIGO DO EXCESSO DE VELOCIDADE

No dia 08/07/2019 (segunda-feira), participaram da execução do MDVII, 13 alunos que foram divididos em quatro grupos, sendo dois grupos de quatro componentes, um grupo de três componentes e um grupo de dois componentes.

Quadro 20: Divisão dos grupos para a realização do MDVII

Grupos	Componentes
G1	A11, A12, A13
G2	A21, A22, A42, A43
G3	A31, A33, A34, A41
G4	A23, A35

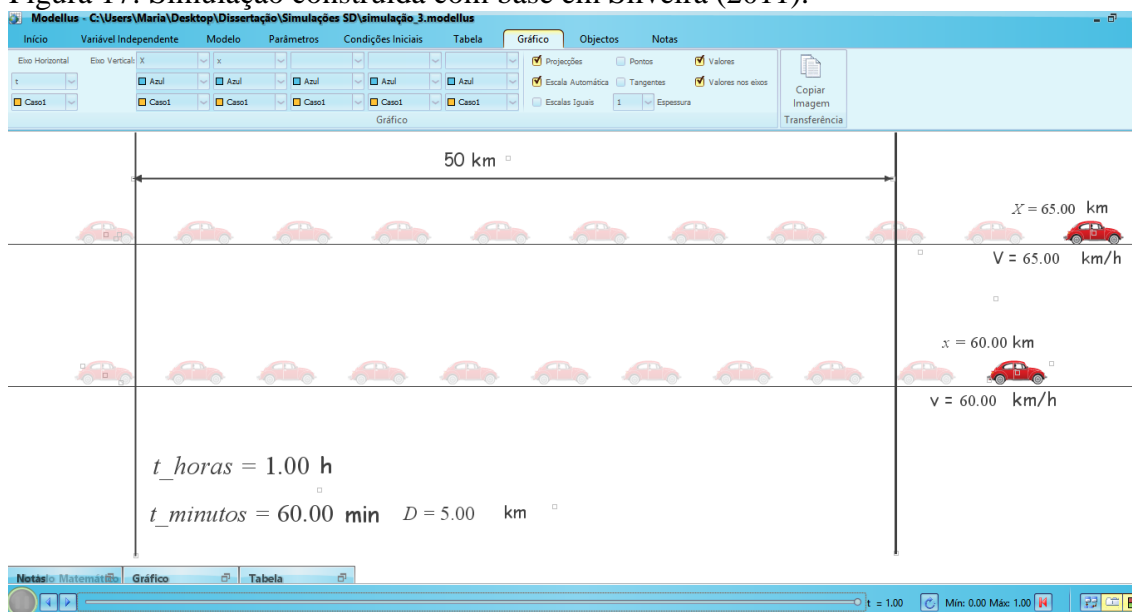
Fonte: Autora (2020).

Deste modo, a etapa de investigação é concluída com questões sobre o perigo do excesso de velocidade. Para isso, foi apresentado um vídeo produzido pelo Centro de Pesquisa de Acidentes da Universidade Monash (Monash University Accident Research Centre)² e uma simulação (Figura 16). A simulação, disponível no [link https://drive.google.com/drive/folders/15ICBbMhMb-ahRoUKaUvLwigk6o_WNXL](https://drive.google.com/drive/folders/15ICBbMhMb-ahRoUKaUvLwigk6o_WNXL) foi construída com base na discussão realizado por Silveira (2011), na qual é realizada uma discussão sobre a diferença entre 60 km/h e 65 km/h.

² JOHNSTON, Lan, A diferença entre 60 km/h e 65 km/h, Monash University Accident Research Centre (Centro de Pesquisa de Acidentes da Universidade Monash), (2010), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OeDgcTOOYdo>, acesso em 09 de set. 2018.

No guia do Módulo VII (O Perigo do Excesso de Velocidade) uma série de questões podem propiciar ao estudante um entendimento de que uma diferença de 5 km/h irá acarretar uma pequena diferença de tempo em uma viagem de 50 km (3,6 min). No entanto, se durante a viagem surgir um obstáculo a 30 m o veículo que estiver a 65 km/h irá atingir o obstáculo com uma velocidade de no mínimo de 32 km/h e o de 60 km/h com apenas 5 km/h (Figura 17).

Figura 17: Simulação construída com base em Silveira (2011).



Fonte: Autora (2019).

Na execução deste módulo didático baseamo-nos em problematizações que abordavam a distância percorrida, tempo e as diferenças de velocidade escalar média, conforme as problematizações do guia a seguir:

- A) *Quanto tempo levamos em uma viagem daqui da escola até o trevo se andarmos com uma velocidade escalar média de 80 km/h? E se a velocidade for de 100 km/h.*
- B) *Se em uma viagem da escola o micro-ônibus andar a 80 km/h e um carro particular a 100 km/h. Considerando que ambos partiram ao mesmo tempo da escola em direção a cidade de Uruguaiana, qual será a distância entre o carro e o micro-ônibus quando o carro estiver chegando no trevo?*
- C) *E se a viagem fosse para o interior em uma estrada não pavimentada e o micro-ônibus rodar com uma velocidade escalar média de 60 km/h e o carro a 65 km/h, a distância entre o carro e o microônibus será a mesma encontrada no item anterior quando o carro completar os 50 km (mesma distância entre a escola e o trevo)? Justifique.*

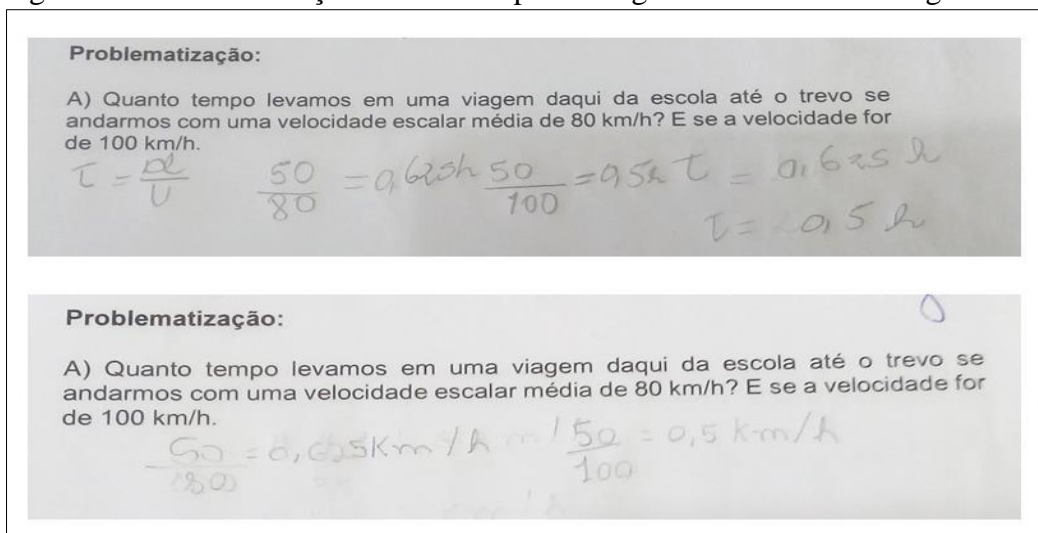
- D) A pequena diferença de 5 km/h poderá ser significativa em um eventual acidente? Para justificar sua resposta assista o vídeo e interaja com a simulação

7.2.8 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO MDVII

Com base nos resultados, podemos verificar que os quatro grupos conseguiram compreender noções de tempo e distância estabelecendo relações com o contexto que vivenciam em uma viagem da escola até o trevo da cidade de Uruguaiiana.

Na problematização “A”, conseguiram interpretar e efetuar cálculos referente ao tempo, considerando as variáveis da velocidade escalar média e distância percorrida, mas os alunos ainda apresentam dificuldades no emprego das unidades de medidas, como podemos observar na figura 18 a seguir:

Figura 18: Problematização sobre o tempo de viagem até o trevo de Uruguaiiana.



Fonte: Autora (2020).

Em relação a problematização “B”, dois grupos, G1 e G3 conseguiram calcular a distância entre o carro a 100 km/h e o microônibus a 80 km/h, partindo simultaneamente da escola até a cidade de Uruguaiiana. Conforme a figura 19 a seguir:

Figura 19: Distância entre o carro (100 km/h) e o microônibus (80 km/h).

B) Se em uma viagem da escola o micro-ônibus andar a 80 km/h e um carro particular a 100 km/h. Considerando que ambos partiram ao mesmo tempo da escola em direção a cidade de Uruguaiana, qual será a distância entre o carro e o micro-ônibus quando o carro estiver chegando no trevo?

MICRO - 80km/h
50km
 $D = 50 \cdot 0,5$

CARRO - 100km/h
50km
= 40

B) Se em uma viagem da escola o micro-ônibus andar a 80 km/h e um carro particular a 100 km/h. Considerando que ambos partiram ao mesmo tempo da escola em direção a cidade de Uruguaiana, qual será a distância entre o carro e o micro-ônibus quando o carro estiver chegando no trevo?

62,5 quando o carro percorrer 62,5 o ônibus terá percorrido 50km

Fonte: Autora (2020).

Na problematização “C”, nenhum grupo conseguiu responder corretamente, apresentando dificuldades na interpretação da questão e equívocos nas estratégias de cálculos e resoluções. Sendo que dois grupos, G1 e G3 calcularam o tempo de viagem e dois grupos, G2 e G4 efetuaram o cálculo da distância, mas não consideraram o tempo. Como podemos constatar na figura 20.

Figura 20: Distância entre o carro (65 km/h) e o microônibus (60 km/h).

C) E se a viagem fosse para o interior em uma estrada não pavimentada e o micro-ônibus rodar com uma velocidade escalar média de 60 km/h e o carro a 65 km/h, a distância entre o carro e o microônibus será a mesma encontrada no item anterior quando o carro completar os 50 km (mesma distância entre a escola e o trevo)? Justifique.

Quando o ônibus percorre os 50km ele leva 0,83 horas e o carro leva 0,76 horas = 45,6

C) E se a viagem fosse para o interior em uma estrada não pavimentada e o micro-ônibus rodar com uma velocidade escalar média de 60 km/h e o carro a 65 km/h, a distância entre o carro e o microônibus será a mesma encontrada no item anterior quando o carro completar os 50 km (mesma distância entre a escola e o trevo)? Justifique.

$d = v \cdot t$ $60 \cdot 50 = 3000$ $65 \cdot 50 = 3250$
Não era deu 2 m de diferença e tem o trevo diferente

Fonte: Autora (2020).

Na análise da posição dos grupos sobre se uma pequena diferença de 5 km/h poderá ser significativa em um eventual acidente, os alunos demonstraram identificar que essa diferença pode trazer situação de perigo para o condutor e os passageiros do veículo em caso de frenagem brusca ou impacto em algum obstáculo na pista.

Quadro 21: Problematização do guia do MDVII.

Questão D – A pequena diferença de 5 km/h poderá ser significativa em um eventual acidente? Para justificar sua resposta assista o vídeo e interaja com a simulação.	
Grupos	Justificativa – RG (Resposta do grupo)
G1	“ <i>Sim, porque 5 km faz toda a diferença</i> ”.
G2	“ <i>A velocidade escalar média, porque o carro está em tempo menor que o outro</i> ”.
G3	“ <i>Entendemos que 5 km pode fazer muita diferença num impacto</i> ”.
G4	“ <i>Sim, por causa da aceleração escalar média na frenagem acontece menos impacto</i> ”.

Fonte: Autora (2020).

Na etapa de investigação, podemos verificar que conseguimos atingir os seguintes objetivos de aprendizagem:

- Desenvolver noções sobre o *software Modellus* na organização e análise de dados coletados experimentalmente;
- Desenvolver argumentação científica e senso crítico para a observação da física aplicada ao trânsito.

Os resultados indicam que a turma compreendeu noções de velocidade escalar média, tempo e distância percorrida. Mas, na problematização que envolveu a análise da distância entre o micro-ônibus e o carro, no momento que o carro completa o trajeto de 50 km, os alunos interpretaram que deveria ser calculado o tempo que os veículos levaram para fazer o trajeto ou calcularam a distância empregando as variáveis de velocidade e erroneamente a distância de 50 km do trajeto, e não consideraram a distância entre o carro e o micro-ônibus quando o carro completa o percurso. Entretanto, nesse contexto podemos considerar que o *software Modellus* aliado à problematização serviu de ferramenta para estimular a curiosidade e potencializar a aprendizagem de conceitos físicos.

Quanto a análise da física aplicada ao trânsito, os alunos apresentaram criticidade ao vivenciar situações idealizadas sobre o seu contexto social e conseguiram gradativamente argumentar e formular hipóteses.

7.3 ETAPA DE DISCUSSÃO FINAL

A etapa de discussão final oportuniza a socialização do conhecimento que foi construído ao longo do desenvolvimento da sequência didática considerando as atividades investigativas que envolveram a consolidação de noções de conceitos físicos e suas aplicabilidades no cotidiano.

Com base no desenvolvimento dos MDs, na etapa de discussão final, podemos consolidar conceitos atitudinais em relação a educação para o trânsito. Partindo da idealização de situações reais por meio de simulações, discutimos e demonstramos que há risco de acidentes quando motoristas não respeitam o limite máximo da velocidade permitida para a rodovia.

A seguir podemos verificar a sistematização da etapa da discussão final (figura 21), na qual os alunos puderem discutir mais sobre os resultados encontrados na etapa de investigação e socializar suas hipóteses e opiniões.

Figura 21: Aplicação da etapa de discussão final da SD.



Fonte: Autora (2020).

Desta forma, entra em cena a direção defensiva atuando como medidas e procedimentos para prevenir acidentes, considerando que uma diferença de 5 km/h ou 20 km/h acima da velocidade permitida para a rodovia no trajeto de 50 km resultará em uma redução de tempo mínimo para concluir a viagem, mas os riscos de colisões e acidentes tornam-se iminentes.

7.3.1 SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO

Para o seminário avaliativo, participaram 14 alunos e foram divididos em três grupos, sendo dois grupos de quatro componentes e um grupo de seis componentes. Nesta etapa, cada grupo ficou responsável de elaborar uma apresentação dos resultados encontrados na etapa de investigação.

Desta forma, os grupos ficaram organizados da seguinte maneira:

G1: A11, A12, A13, A14 - MD – Repórter do campo

G2: A21, A23, A35, A43 - MD – A velocidade dos carros na BR 472

G3: A22, A31, A33, A34, A41, A42 - MD - O perigo do excesso de velocidade

Para a avaliação do seminário utilizamos a atribuição dos conceitos insuficiente, suficiente ou muito bom com base nos critérios avaliativos expostos no quadro 22, a seguir:




Quadro 22: Critérios avaliativos do seminário de avaliação.

(continua)

Critérios	 Insuficiente	 Suficiente	 Muito Bom
Clareza de ideias	Não conseguiu expressar as ideias com clareza	Conseguiu expressar parcialmente as ideias com clareza	Conseguiu expressar as ideias com clareza
Expressão oral	Não conseguiu se expressar oralmente	Conseguiu parcialmente se expressar oralmente	Conseguiu se expressar oralmente
Domínio do tema	Não teve domínio do tema	Conseguiu parcialmente ter domínio do tema	Conseguiu ter domínio do tema
Criatividade	Não teve criatividade na apresentação	Conseguiu parcialmente ter criatividade na apresentação	Conseguiu ter criatividade na apresentação
Uso de material concreto	Não fez uso de material concreto	Conseguiu parcialmente fazer o uso de material concreto	Conseguiu fazer o uso de material concreto
Uso de tecnologia	Não fez uso de tecnologia	Conseguiu parcialmente fazer o uso de tecnologia	Conseguiu fazer o uso de tecnologia
Interação com os colegas	Não teve interação com os colegas	Conseguiu parcialmente ter interação com os colegas	Conseguiu interagir com os colegas
Respeito do tempo	Não respeitou o tempo de apresentação	Conseguiu parcialmente respeitar o tempo de apresentação	Conseguiu respeitar o tempo de apresentação

Quadro 22: Critérios avaliativos do seminário de avaliação.

(conclusão)

Critérios	 Insuficiente	 Suficiente	 Muito Bom
Relação do tema com conceitos físicos	Não conseguiu estabelecer relações do tema com conceitos físicos	Conseguiu parcialmente estabelecer relações do tema com conceitos físicos	Conseguiu estabelecer relações do tema com conceitos físicos

Fonte: Autora (2020).

No dia 15/07/2019 (segunda-feira), cada grupo teve a oportunidade de se reunir, discutir e sistematizar o conhecimento para a apresentação do seminário, conforme demonstrado na figura 22.

Figura 22: Sistematização do conhecimento para o seminário avaliativo.



Fonte: Autora (2020).

Os grupos discutiram e elaboraram cartazes para a socialização do conhecimento que aprenderam durante o desenvolvimento das atividades da etapa de investigação, fizeram o uso de revistas, jornais e desenhos para organizarem as apresentações.

No dia 17/07/2019 (Quarta-feira), os grupos apresentaram as suas propostas para a turma e puderam discutir suas ideias, formular hipóteses e argumentar sobre os seus resultados.

7.3.2 ANÁLISE DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO

Primeiramente, o G1 apresentou a sua proposta sobre o módulo Repórter do campo, nesta etapa o grupo destacou os procedimentos de coleta de dados no momento que realizaram as entrevistas semiestruturadas.

Os alunos destacaram que as principais causas dos acidentes na BR 472, são a pavimentação precária e a imprudência dos condutores, principalmente devido ao excesso de velocidade, conforme podemos analisar na transcrição da fala de A12:

“Saímos realizar entrevistas na comunidade para perguntar quais seriam as causas dos acidentes na BR 472, assim as pessoas entrevistadas responderam: Falta de apoio do governo e buracos, falta de sinalização, imprudência”. – A12

O grupo conseguiu detectar por meio das entrevistas as principais causas de acidentes na rodovia apontadas pelos moradores.

Em relação ao aproveitamento do grupo, os alunos conseguiram expressar as ideias com clareza, apresentaram boa postura, domínio do tema e criatividade. Entretanto, ainda não conseguem explorar o uso de materiais concretos e a tecnologia para potencializar a apresentação.

O G2 apresentou a proposta sobre a velocidade dos carros na BR 472, os alunos conseguiram explicar para os colegas o cálculo da velocidade realizando o emprego correto da unidade de medida.

“Nesse trabalho nós fomos verificar a velocidade dos carros que cruzam na BR, daí ficamos um grupo de um lado e outro grupo do outro lado para cronometrar e marcar a velocidade que anda esses carros” - A23

“Medimos 60m e cronometramos cada carro que passava”. – A35

“Por exemplo o Siena cinza passou nesses 60m e o tempo a gente cronometrou e deu 4,38s, daí dividimos o 60 m pelo 4,38 s e deu 13,69 m/s.- A23

Cabe ressaltar que o grupo formulou hipóteses sobre a baixa velocidade dos veículos que transitavam na rodovia, conforme podemos observar nos comentários transcritos a seguir:

“Os carros estavam passando em velocidade baixa porque é via de escola ou porque viam a gente e paravam”. – A23

“Por causa da gente e os buracos na rodovia”. – A21

Diante do exposto, podemos constatar que os alunos conseguiram perceber que os dados coletados experimentalmente podem sofrer a influência de fatores externos. Além disso, demonstraram ter domínio do tema e conseguiram relacionar conceitos físicos com o trânsito dos veículos na rodovia.

O G3 apresentou a proposta do perigo do excesso de velocidade, os alunos conseguiram destacar que o objetivo do trabalho era demonstrar que apenas 5 km/h pode ter uma grande influência no caso de um acidente.

Entretanto, os alunos apresentaram dificuldade na explicação das situações-problemas, confundindo algumas variáveis, mas conseguiram socializar com os colegas que para percorrer uma distância de 50 km, um veículo que se desloca a 80 km/h e outro a 100 km/h no final do trajeto é pouca a diferença de tempo de viagem, aproximadamente 7,5min.

A seguir podemos analisar as transcrições das explicações dos problemas do MDVII:

“Aqui o carro que está andando a 100 km/h e aqui o ônibus, daí tinha que ver quantos Km de distância há entre o carro e o ônibus”. – A22

“Fizemos a conta, utilizando a distância, a velocidade e o tempo, daí nós pegamos a distância 50 km/h e dividimos por 80 km/h daí achamos 0,625, aí depois pegamos os 50 km e dividimos por 100 km/h e achamos 0,5.” – A22

“Esse é o tempo do ônibus que vinha a 80 km/h e do carro que ia a 100 km/h”. – A33

“Depois nós achamos que a distância entre o carro e o ônibus de 10 km”. – A22

No problema que abordava o deslocamento de um carro com velocidade escalar média a 100 km/h e um micro-ônibus com velocidade escalar média a 80 km/h em uma distância de 50 km, podemos perceber que os alunos conseguiram calcular o tempo que ambos percorrem essa distância, entretanto ainda apresentam dificuldade em expressar no resultado a unidade de medida.































Nas explicações dos alunos, podemos perceber que conseguiram efetuar os cálculos, mas observamos que ainda há dificuldades no emprego das unidades de medidas e suas respectivas variáveis.

“Fiz a conta dos 65 km/h que o carro ia com os 50 km daqui até a cidade, dividi a distância pela velocidade e deu 0,76h.”- A33

“Depois fiz a velocidade e o tempo, 50 km e 60 km/h deu 0,83 h, eu peguei os dois valores e deu que quando o carro tivesse fazendo 50 km, o micro-ônibus estaria fazendo 46 km e a distância ficou 3,8 km” – A33

De modo geral, os alunos conseguiram socializar o conhecimento adquirido ao longo dos módulos didáticos, embora ainda em alguns momentos tenham dificuldades em relacionar os conceitos físicos com as situações cotidianas. Na sequência podemos verificar o aproveitamento de cada grupo, conforme o quadro 23.

Quadro 23: Aproveitamento dos grupos G1, G2 e G3 no seminário avaliativo.

Critérios			G1 Repórter do campo	G2 A velocidade dos carros na BR 472	G3 O perigo do excesso de velocidade
 Insuficiente	 Suficiente	 Muito Bom	Componentes	Componentes	Componentes
			A11, A12, A13, A14	A21, A23, A35, A43	A22, A31, A33, A34, A41, A42
Clareza de ideias					
Expressão oral					
Domínio do tema					
Criatividade					
Uso de material concreto					
Uso de tecnologia					
Interação com os colegas					
Respeito do tempo					
Relação do tema com conceitos físicos					

Fonte: Autora (2020).

Em relação ao aproveitamento dos grupos, cabe ressaltar que os aspectos referentes ao uso de tecnologia e material concreto ainda foram insuficientes, assim podemos apontar que há necessidade de explorar ainda mais esses recursos nas aulas para que os alunos consigam ser mobilizados a utilizá-los em situações de aprendizagem.

Nesta etapa da discussão final, podemos considerar que atingimos os objetivos de aprendizagem que foram:

- Discutir e sistematizar o conhecimento e conclusões das investigações realizadas;
- Consolidar os conhecimentos abordados ao longo das atividades.

Os alunos conseguiram socializar o conhecimento adquirido ao longo dos módulos didáticos, embora ainda em alguns momentos tenham dificuldades em relacionar os conceitos físicos com as situações cotidianas.

7.4 ACHADOS DA INTERVENÇÃO PROPRIAMENTE DITA

De acordo com Damiani *et al.*, (2013), para avaliarmos a potencialidade da intervenção pedagógica propriamente dita é necessário analisarmos se foi possível atingirmos os objetivos da pesquisa.

Deste modo, para avaliarmos a potencialidade da SD consideraremos os seguintes critérios para a ocorrência de aprendizagem significativa:

- Predisposição para aprender;
- Material potencialmente significativo.

Ao analisarmos os resultados obtidos na intervenção pedagógica, podemos considerar que as etapas de discussão inicial, investigação e discussão final proporcionaram elementos para a ocorrência de aprendizagem significativa.

Partindo do princípio que os módulos didáticos abrangeram situações idealizadas a partir do contexto social dos alunos, assim foi possível estabelecer relações entre os conhecimentos prévios dos alunos e o conhecimento novo.

De acordo com o desenvolvimento dos módulos didáticos buscamos oportunizar momentos de reflexão sobre a prática docente, em especial, nas atividades experimentais, pois é necessário reinventar os métodos de ensino de física.

Deste modo, a partir da estruturação da SD inspirada na metodologia dos episódios de modelagem, foi possível articular o método de intervenção pedagógica com os elementos da MC partindo da visão de Heidemann (2016, p. 3):

A modelagem científica pode ser entendida como um campo conceitual subjacente aos campos conceituais específicos da física para propor conhecimentos de referência que os estudantes precisam mobilizar quando enfrentam situações que demandam a construção, o uso e a validação de modelos científicos. Desse modo, propor situações que possibilitem que os estudantes desenvolvam esses conhecimentos é um dos objetivos principais dos episódios de modelagem (HEIDEMANN, 2016, p. 3).

Nesse sentido, a proposta metodológica implementada por meio dos módulos didáticos permitiu que as situações vivenciadas no trânsito fossem articuladas com a física

aplicada ao trânsito, mobilizando os alunos nas atividades de coleta e análise de dados experimentais aproximando os conceitos introdutórios de cinemática da realidade.

Na acepção de Ausubel, a ocorrência da aprendizagem significativa tem como elementos chaves a predisposição para aprender e o material potencialmente significativo, fatores que observamos predominantemente no desenvolvimento dos MDs, pois os alunos participaram ativamente das atividades propostas.

As problematizações nos roteiros dos guias desafiaram os alunos a vivenciar diferentes situações e podemos atribuir que foram propulsoras para a motivação dos alunos para resolvê-las.

As situações-problemas tendem a ser atividades que envolvem os alunos, instigando e despertando a curiosidade para a busca de estratégias de resolução. A Cinemática é uma área de física que precisa ser cada vez mais trabalhada em contextos desafiadores, pois podemos demonstrar aos alunos que a física está presente no cotidiano.

No trabalho de Silveira (2011), o uso do vídeo problematizador “A diferença entre 60 km/h e 65 km/h” quando dois carros se deslocam simultaneamente do mesmo ponto, o autor aponta a reflexão que a Cinemática pode e deve ser abordada em contextos desafiadores. Com o objetivo de mostrar que a cinemática pode (e deve, em nossa opinião) ser desenvolvida em contextos interessantes e desafiadores, conceitualmente ricos, evitando os problemas maçantes e de mera aplicação de fórmulas (SILVEIRA, 2011, p. 475).

Cabe ressaltar que o material para ser potencialmente significativo é necessário que os alunos consigam estabelecer relações com o material por meio de *subsunções* que promovam uma interligação lógica e significativa. Outro elemento que podemos destacar é o aspecto emocional provocado primordialmente no momento que há predisposição em aprender.

No desenvolvimento da pesquisa observamos que os módulos didáticos que oportunizaram vivências em distintos espaços de aprendizagem, maior interação, colaboração e trabalho em equipe, foram os módulos que os alunos apresentaram melhor aproveitamento, tendo um grau maior de significância.

No módulo didático “Seminário avaliativo”, observamos que os alunos apresentaram dificuldades em interpretar e estabelecer relações conceituais, evidenciando que o material apresentou limitações para ser considerado potencialmente significativo, pois apresentou grau maior de abstração.

No decorrer da SD, podemos observar que nos módulos didáticos: “A corrida dos Carros”, “Repórter do campo” e “A velocidade dos carros na BR 472” os alunos apresentaram melhor aproveitamento nas propostas dos guias que envolveram o uso de materiais palpáveis considerando que tais materiais estimulam o raciocínio lógico, promovem a construção de estratégias e resoluções partindo dos conhecimentos prévios dos alunos para interações mais complexas.

O professor ao optar em trabalhar com materiais didáticos manipuláveis no ensino dos conteúdos de Grandezas e Medidas está na verdade utilizando uma estratégia que desperta o interesse do aluno em aprender. O material manipulável é aquele que podemos sentir pegar, tocar, aquele que podemos manusear (LIMA, 2017, p. 38).

Desse modo, a intervenção pedagógica converge com a concepção de Lima (2017), pois ficou evidenciado que os alunos apresentaram melhor aproveitamento nos módulos didáticos que foi feito o uso de materiais palpáveis como a trena e cronômetros de celulares. Dentre as potencialidades e limitações da intervenção propriamente dita podemos elencar no quadro 24.

Quadro 24: Potencialidades e limitações da SD.

Potencialidades	Limitações
-Conhecimentos prévios dos alunos sobre a realidade que estão inseridos.	-Dificuldades na interpretação das atividades propostas.
-Problematizações desafiadoras.	-Dificuldades no emprego de unidades de medidas e cálculos com casas decimais.
-Uso da tecnologia como ferramenta para o ensino.	-Alguns alunos esqueciam de utilizar a unidade de medida quando utilizam o <i>software</i> .
-Utilização de materiais palpáveis.	-A falta de materiais para todos os grupos.
-Atividades em grupos proporcionaram maior discussão sobre noções conceituais.	-Alguns alunos demoravam mais para se envolver nas atividades propostas.
-Curiosidade no desenvolvimento das atividades.	-Dificuldade em ouvir os comandos antes de executá-los.

Fonte: Autora (2020).

Baseado nas potencialidades e limitações encontradas no desenvolvimento da intervenção, podemos destacar que para se atingir resultados mais expressivos torna-se

necessário os alunos já terem domínio das unidades de medidas e de cálculos envolvendo as casas decimais.

Em relação ao emprego das unidades de medidas precisamos de alguma forma refletir o porquê os alunos de uma turma de 9º do Ensino Fundamental não consolidaram esses conhecimentos? Lima (2017, p. 36) em sua pesquisa afirma que:

São inúmeros os motivos pelos quais os estudantes têm dificuldades de interpretar e conhecer situação do cotidiano que envolve medidas, um assunto indispensável para nossa vida. Isso muitas vezes ocorre por falta de interesse por parte do aluno, a metodologia utilizada pelo professor não condiz com a realidade vivenciada pelo educando, ficando paralelo à realidade da sala de aula. (LIMA, 2017, p. 36).

Dentre esses motivos, cabe se repensar em estratégias pedagógicas para se trabalhar esse objeto do conhecimento, assim como suas habilidades e competências, considerando que as unidades de medidas é um tema que faz parte do dia a dia dos alunos.

Nesse contexto surgem os questionamentos cruciais: Onde se perdeu esse conhecimento? Em que momento do processo de aprendizagem os alunos não foram estimulados para aprender sobre as unidades de medidas? Como o tema unidade de medidas é trabalhado na escola?

Segundo Lima (2017, p. 37) outro ponto em debate para tais dificuldades de aprendizagem em sala de aula é de os alunos não terem tido uma boa base nas séries iniciais relacionados à temática e ao fato de alguns professores não se identificarem com a matemática e ensinar apenas os assuntos programados no livro didático, ou seja, uma mera reprodução passada aos alunos.

Diante disso, é perceptível que seja necessário repensar o método de ensino de física para explorar o tema grandezas e unidades de medidas, pois a aproximação desse conhecimento com o cotidiano dos alunos aliados com matérias palpáveis pode trazer possibilidades de abordagens e novas aprendizagens.

8. CONCLUSÃO

No Ensino Fundamental, a abordagem da física pode ter um enfoque na sua aplicabilidade no dia a dia transcendendo a proposta de matematização. Desse modo, o trânsito surge como uma temática abrangente e com uma gama de possibilidades de metodologias de ensino.

Nesta proposta de intervenção pedagógica verificou-se que o planejamento docente integrado com a contextualização social pode apontar novas perspectivas no processo de aprendizagem, principalmente na utilização de idealizações a partir de situações reais.

A sequência didática Desvendando o Trânsito integra elementos da metodologia dos episódios de modelagem, tal adaptação na estrutura do episódio de modelagem permitiu que se trabalhasse conceitos iniciais de cinemática com alunos do 9º ano.

Como podemos observar ainda os alunos no ensino fundamental necessitam de uma aproximação do objeto do conhecimento com suas vivências diárias e que cada vez mais é preciso pensar estratégias de ensino para possibilitar indícios de ocorrência de aprendizagem significativa.

Com base nas seguintes problematizações: a velocidade dos carros que trafegam na BR472 é uma velocidade segura tanto para os moradores das margens da rodovia quanto para os passageiros dos carros? Os estudantes possuem noções das consequências que excesso de velocidade pode causar? Nessa dissertação, podemos identificar que os alunos apresentaram predisposição em participar dos módulos didáticos considerando que as problematizações como fio condutor instigou a turma na formulação de hipóteses, coleta e análise de dados. Além de propiciar a argumentação científica sobre fatos relacionados com as peculiaridades da zona rural.

É importante ressaltar que os recursos didáticos utilizados nos módulos didáticos contribuíram para despertar a curiosidade e potencializar o interesse dos alunos, assim como contribuíram para trabalhar as 10 das competências gerais da BNCC na educação básica. Dentre essas competências podemos destacar, em especial, o Conhecimento, Pensamento científico, crítico e criativo, Cultura digital e Argumentação que foram intensamente trabalhadas ao longo dos módulos didáticos.

Dentre as dificuldades que os alunos encontraram na realização das atividades podemos destacar o uso das unidades de medidas e suas conversões, além dos cálculos envolvendo as casas decimais. Assim, percebe-se que ainda é necessário intensificar a

abordagem desses conhecimentos explorando materiais palpáveis e situações diversificadas para termos resultados positivos na implementação da presente intervenção.

Cabe ressaltar que os alunos demonstraram maior domínio do uso das unidades de medida nos momentos que os mesmos efetuavam as medições com trena, diferentemente quando fizeram o uso do *software Modellus* que o programa realizava os cálculos e eventualmente os alunos não expressavam a unidade de medida. Na simulação do guia “Conhecendo o *Modellus*” o não uso das unidades de medida na simulação pode ter influenciado no momento de empregar as unidades de medida nos resultados das problematizações, assim na versão final da produção educacional optamos em inserir as unidades de medidas na simulação que demonstrava o tempo de viagem até o trevo de acesso à cidade mais próxima.

A segurança no trânsito surge como um fator determinante para o trabalho, pois foi possível abordar os problemas relacionados a pavimentação precária, falta de reparos nos buracos na rodovia e suas relações com o perigo do excesso de velocidade na BR 472.

Diante disso, os alunos conseguiram olhar com criticidade sobre os aspectos socioambientais que estão intrinsecamente interligados com as possíveis causas dos acidentes na rodovia. Também, percebemos que a turma conseguiu analisar que uma pequena diferença acima da velocidade permitida já é suficiente para provocar graves acidentes.

Por fim, esta dissertação aponta caminhos e perspectivas para novas propostas para o ensino de física a partir das problematizações contextualizadas com a realidade dos alunos e metodologias ativas para intensificar o protagonismo do aluno e também o desenvolvimento de habilidades como autonomia, trabalho em equipe, responsabilidade e pensamento crítico. O presente trabalho resultou em produção educacional de uma sequência didática inspirada na metodologia dos episódios de modelagem para docentes do ensino fundamental, sendo distribuída em módulos didáticos e guias de atividades.

REFERÊNCIAS

- ABEID, Leonardo & TORT, Alexandre Carlos. As forças de atrito e os freios ABS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 2306-1 – 2306-7, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000200006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 17 maio 2018.
- AUSUBEL, David P., **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1. Edição, Lisboa, Editora Paralelo, 2003.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A., Concepções e dificuldades dos professores de Física no campo conceitual da modelagem científica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2010. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART10_Vol9_N3.pdf. Acesso em: 11 abr. 2018.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A., A modelagem científica vista como um campo conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 507-545, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n3p507> Acesso em: 15 jun. 2018.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A., Um estudo de caso para dar sentido à tese de que a modelagem científica pode ser vista como um campo conceitual. **Revista Electrónica de Investigación em Educación en Ciencias**, 2014. Disponível em: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7486>. Acesso em: 19 maio 2018.
- BRANDÃO, Rafael Vasques, ARAUJO, Ives Solano, VEIT, Eliane Angela, SILVEIRA, Fernando Lang, Validación de un cuestionario para investigar concepciones de profesores sobre ciencias y modelado científico em el contexto de la física. **Revista Electrónica de Investigación em Educación en Ciencia**, 2011. Disponível em: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7459/6702>. Acesso em: 11 jun. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 11 jun. 2018.
- COLLARES, C. B. S., DORNELES, P. F. T., O processo de modelagem científica no laboratório didático de Física da Educação Básica. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 11, 2017, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: Eixo temático: Questões teóricas e metodológicas da pesquisa em Educação em Ciências, p. 2411-1, ISSN: 18095100. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2411-1.pdf> Acesso em: 19 jun. 2018.
- DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, n. 45, p. 57- 67, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 15 mar. 2018.

DI ROCCO, Héctor. Cinemática elemental aplicada a cuestiones De seguridad del tráfico em Rutas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** v. 26, n. 2, p. 342-354, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n2p342>. Acesso em: 18 jul. 2018.

GOMES, S. F.; VIEIRA, V. S.; DUARTE, E. S. . Astrobiologia no ensino de ciências: Reflexões para o Ensino Médio. In: Alexandre Lopes de Oliveira; Valeria da Silva Vieira. (Org.). **Nossos Talentos: 10 anos do PROPEC / IFRJ**. 1ªEd.Nilópolis: Entorno, 2017, v. 1, p. 293-303.

GURGEL, W. P.; GOMES, L.M.; FERREIRA, F.C. & GESTER, R.M. Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: Um software para investigação em física forense. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p4305-1-4305-10, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172015000400305&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 19 jul. 2018.

HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das atividades experimentais no ensino de Física por meio do enfoque no processo de modelagem científica**. 2015. 298 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A, Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no Ensino de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física**. Florianópolis. v. 29, p. 965-1007, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p965>. Acesso em: 10 ago. 2018.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A, Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: uma alternativa para a resignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. **Revista brasileira de ensino de física**. São Paulo. Vol. 38, n. 1 (jan./mar. 2016), 1504, 15 p., 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172016000100604&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15 ago. 2018.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A, A Integração de Atividades Teóricas e Experimentais no Ensino de Física através de Ciclos de Modelagem: Um Estudo de Caso Exploratório no Ensino Superior. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 151-178, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n1p151>. Acesso em: 20 ago. 2018.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A, Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.33, n.1, p.3-32, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p3>. Acesso em: 22 ago. 2018.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A, Dificuldades e avanços no domínio do campo conceitual da modelagem didático-científica: um estudo de caso em uma disciplina de física experimental. **Revista Investigações em ensino de ciências**, 2018. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/933>. Acesso em: 10 set. 2018.

LIMA, Alana. **Ensino de grandezas e medidas: uma proposta com materiais didáticos manipuláveis para o 6º ano do ensino fundamental**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2523/1/PG_PPGECT_M_Lima%2C%20Alana_2017.pdf. Acesso em 13 ago. 2019.

MACHADO, J.; SOUZA CRUZ, S. M. S. C., Conhecimento, realidade e ensino de física: modelização em uma inspiração bungeana. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 887-902, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132011000400008&script=sci_abstract&tlng=pt Acesso em: 11 jul. 2018.

MOREIRA, M., **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo, EPU, 2011.

PREFEITURA DE BARRA DO QUARAÍ, Dados gerais do município. Disponível em: <http://www.barradoquarai.rs.gov.br/gerais.htm>, acesso em: 04 jun. 2020.

SILVEIRA, Fernando Lang da. Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores - a diferença entre 60 km/h e 65 km/h. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 468-475, ago. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p468>. Acesso em: 13 jul. 2018.

SOUZA, P.V.S., DONANGELO, R., Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 3503 (2012). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172012000300017&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 18 jul. 2018.

SZCZEPANIK, Gilmar, A concepção de método científico para Mario Bunge. **Revista Guairacá**, p. 09 – 30, Número 27 – 2011, ISSN 0103-250X. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/guaiaraca/article/view/2418>. Acesso em: 19 jul. 2018.

VIZZOTTO, Patrick Alves; MACKEDANZ, Luiz Fernando; MIRANDA, Angélica Conceição Dias, Física aplicada ao trânsito: uma revisão de literatura. **Revista Thema**, v.14, nº 1, p. 137-163, 2017. Disponível em: <http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/426>. Acesso em: 17 maio 2018.

ZABALA, Antoni, **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre, Editora Artmed, 1998.

APÊNDICE – A -Módulo Didático I: Transporte escolar

Nome: _____

Problematização:

Por que quando somos passageiros em um ônibus e olhamos na janela percebemos passar por nós um poste de luz, uma árvore? Mas, quando olhamos para a pessoa ao nosso lado podemos notar que ela segue sentada. Como podemos explicar esses fatos? Agora é com você!

Materiais:

Celular e guia de aplicação.

Discussão Inicial

Observe o trajeto de casa até a escola no ônibus escolar, na oportunidade faça o uso do cinto de segurança e registre os fatos ocorridos dentro e fora do transporte escolar por meio da produção de um vídeo.

Analise e descreva as situações vivenciadas relacionando com as características do trajeto de casa até a escola:

Análise experimental

- a) Em quais situações você percebeu que seu corpo estava em movimento?

- b) Em quais situações que você observou que seu corpo estava em repouso?

- c) Em relação ao uso do cinto de segurança, o que você percebeu durante o trajeto?

- d) Se você se levanta do banco para ir até a cabine do motorista e instantaneamente ocorre uma freada brusca, o que acontece com o seu corpo? Explique sob a luz do conhecimento da física.

APÊNDICE – B- Módulo Didático II – “Ônibus de Galileu”

Nomes: _____

Problematização:

Um ônibus transita pela cidade realizando um *city tour* histórico e repentinamente um passageiro joga um objeto para cima e você esperando na parada de embarque observa a queda do objeto. O guia de turismo para o ônibus e adverte os passageiros: “Não joguem objetos, isso vai cair em cima de nós!” ao embarcar você senta no banco e reflete que o guia turístico está equivocado e pensa: “Jamais o objeto vai cair em cima do ônibus”. Com base na situação descrita, vamos descobrir quem está com a razão você ou o guia! Descreva a trajetória que o objeto faz sendo lançado verticalmente para cima do ônibus de passeio, conforme a figura abaixo:



Fonte: Jornal Digital Estação (2018).

Materiais: Cadeira giratória com rodas, celular, esfera, bolinha de plástico e bolinha de isopor.

Procedimentos:

Um (a) aluno (a) deve sentar na cadeira giratória, colocar o celular no colo, acionar a câmera e atirar para cima a esfera, depois a bolinha de plástico e a bola de isopor, enquanto outro (a) aluno (a) empurra a cadeira ocorre a filmagem de dois ângulos diferentes, por parte de um observador de longe e do voluntário na cadeira.

Análise experimental

- Qual a trajetória que o objeto fez em relação ao passageiro do ônibus?
- Qual a trajetória que o objeto fez em relação a você esperando na parada de embarque?
- Quem está com a razão? Você ou o guia? Justifique.
- Ao realizar o experimento com as diferentes bolinhas, houve alguma variação no resultado? Justifique.

APÊNDICE – C - Módulo Didático III – A Corrida dos Carros

Nomes: _____

Problematização:

O trânsito está cada vez mais caótico, a população corre de um lado para o outro em carros, motos, bicicletas, carroças e cada vez mais tentamos percorrer longas distâncias no menor intervalo de tempo possível! Você já parou para pensar se invertêssemos os papéis? E se você fosse um carro? Vamos lá, mãos à obra!

Materiais:

Trena, cronômetro de celular e lápis.

Procedimentos:

Em trios, vocês deverão se organizar e medir separadamente com a trena três distâncias diferentes, após cada aluno deverá percorrer essas distâncias caminhando e correndo, enquanto os outros estudantes marcam o tempo com o cronômetro e registram no caderno.

Complete a tabela com as informações que se pede:

Aluno 1:		Aluno 2:		Aluno 3:	
Distância 1		Distância 2		Distância 3	
Tempo 1		Tempo 2		Tempo 3	
Caminhando	Correndo	Caminhando	Correndo	Caminhando	Correndo

- a) Agora, calcule a velocidade média nas diferentes situações:

Análise Experimental

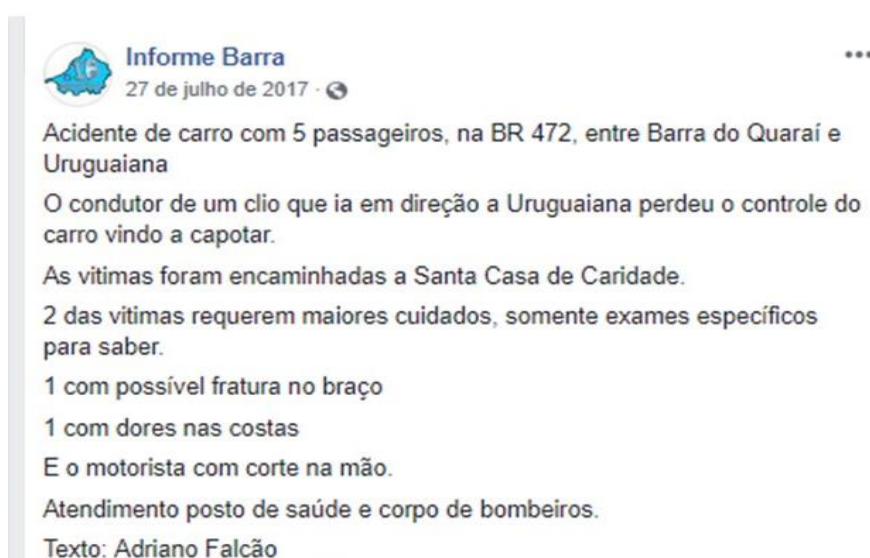
Discuta com os seus colegas os resultados encontrados e explique as possíveis variações dos valores das grandezas medidas.

Por fim, compartilhe com a turma os resultados encontrados e as hipóteses formuladas para as explicações do experimento.

Nomes: _____

Problematização:

Cenas descritas na imagem abaixo acontecem com frequência na BR 472 no trecho entre Barra do Quaraí e Uruguaiana. Você já parou para pensar em quais são as principais causas dos acidentes na BR 472? Então, precisamos descobrir! Junte-se com seus colegas e realize entrevistas com os moradores buscando descobrir as causas desses acidentes! Após, na condição de repórter realize uma reportagem sobre o tema correlacionando com os conceitos físicos e socialize com a turma!



Informe Barra
27 de julho de 2017 · 🌐

Acidente de carro com 5 passageiros, na BR 472, entre Barra do Quaraí e Uruguaiana

O condutor de um clio que ia em direção a Uruguaiana perdeu o controle do carro vindo a capotar.

As vítimas foram encaminhadas a Santa Casa de Caridade.

2 das vítimas requerem maiores cuidados, somente exames específicos para saber.

1 com possível fratura no braço

1 com dores nas costas

E o motorista com corte na mão.

Atendimento posto de saúde e corpo de bombeiros.

Texto: Adriano Falcão

Fonte: Falcão, (2017).

Entrevista semiestruturada

- 1) Na sua opinião, quais são as principais causas dos acidentes na BR 472?
- 2) Qual a velocidade média que você geralmente transita na BR 472?
- 3) Qual estimativa você faz para a velocidade média dos carros que transitam na BR 472?
- 4) Qual o limite máximo de velocidade média nesta rodovia?

Nomes: _____

Problematização:

No boletim informativo “Repórter do Campo” foi noticiado que as principais causas dos acidentes na BR 472 são: os buracos na rodovia, a falta de atenção e imprudência dos condutores, as ultrapassagens perigosas, a falta de sinalização e a velocidade dos carros. Conforme as entrevistas realizadas pela equipe (a) do Jornal Repórter do Campo, podemos verificar que a velocidade média que os carros transitam na BR 472 pode ser determinante para a ocorrência de acidentes. Agora, vamos analisar os dados coletados pela equipe do Jornal Repórter do Campo, de acordo com as perguntas:

1) Qual a velocidade média você transita na BR 472?

120 km/h, 100 km/h, 80 km/h, 70 km/h, 60 km/h, 50 km/h, 40 km/h

2) Qual estimativa você faz para a velocidade média dos carros que transitam na BR 472?

120 km/h, 100 km/h, 90 km/h, 80 km/h, 60 km/h

3) Qual o limite máximo para a velocidade média nesta rodovia?
--

110 km/h, 100 km/h, 80 km/h; Caminhão e ônibus: 80 km/h e carro: 100 km/h

Com base nos relatos dos moradores, utilize o *software Modellus* para resolver as seguintes atividades:

- Descubra a distância percorrida pelos moradores que transitam na BR 472 no período de 37,8 minutos, considerando os seguintes valores para velocidade média: 120 km/h, 100 km/h, 80 km/h, 60 km/h (use a aba parâmetros para alterar os módulos das velocidades e a de variável independente para alterar o tempo máximo);
- Considerando que quatro (04) carros transitam na BR 472, com as respectivas velocidades médias, carro 1: 100 km/h, carro 2: 90 km/h, carro 3: 80 km/h, carro 4: 60 km/h. Calcule a diferença entre as distâncias percorridas do carro 1 e carro 3 ao final dos 37,8 minutos;
- Em relação ao carro 2 e o carro 4, podemos dizer que o carro 2 chegou quantos metros à frente do carro 4?
- Se você tivesse que orientar os moradores sobre o limite máximo de velocidade da rodovia, qual valor você afirmaria:
 - 100 km/h
 - 110 km/h
 - 90 km/h
 - 80 km/h
 - 60 km/h

APÊNDICE – G - Módulo Didático VII- O Perigo do Excesso de Velocidade

Nomes: _____

Problematização:

A) Quanto tempo levamos em uma viagem daqui da escola até o trevo se andarmos com uma velocidade escalar média de 80 km/h? E se a velocidade for de 100 km/h.

B) Se em uma viagem da escola o micro-ônibus andar a 80 km/h e um carro particular a 100 km/h. Considerando que ambos partiram ao mesmo tempo da escola em direção a cidade de Uruguaiana, qual será a distância entre o carro e o micro-ônibus quando o carro estiver chegando no trevo?

C) E se a viagem fosse para o interior em uma estrada não pavimentada e o micro-ônibus rodar com uma velocidade escalar média de 60 km/h e o carro a 65 km/h, a distância entre o carro e o microônibus será a mesma encontrada no item anterior quando o carro completar os 50 km (mesma distância entre a escola e o trevo)? Justifique.

D) A pequena diferença de 5 km/h poderá ser significativa em um eventual acidente? Para justificar sua resposta assista o vídeo e interaja com a simulação.

APÊNDICE – H - Seminário de avaliação

Nomes: _____

Tema: _____ **Grupo:** _____

Agora é com vocês! Chegou o momento de apresentar para os colegas o que você aprendeu ao longo das aulas. Deste modo, formem um grupo de trabalho e elaborem uma apresentação de um dos Módulos Didáticos da etapa de investigação da sequência didática “Desvendando o trânsito”, socializando o conhecimento que aprenderam abordando conceitos físicos, exemplos e resultados, utilize cartolina e sistematize os conhecimentos, faça o uso de desenhos, imagens, materiais concreto, recursos visuais, seja criativo (a)!

As temáticas de apresentação dos grupos serão:

Etapa de investigação:


Grupo I: Repórter do campo

Grupo II: A velocidade dos carros na BR 472

Grupo III: O perigo do excesso de velocidade

Avaliação: Os alunos serão avaliados conforme os critérios do Semáforo Avaliativo.

Semáforo Avaliativo

Critérios			
	Insuficiente	Suficiente	Muito Bom
1) Clareza de ideias			
2) Expressão oral			
3) Domínio do tema			
4) Postura do (a) apresentador (a)			
5) Criatividade			
6) Uso de material concreto			
7) Uso de tecnologia			
8) Interação com os colegas			
9) Respeito do tempo			
10) Relação do tema com conceitos físicos			

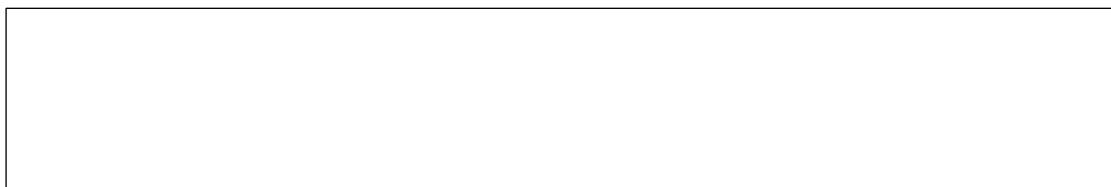
APÊNDICE I – Teste avaliativo

1) Considere um vagão passando por uma plataforma com velocidade constante, tendo em seu interior uma pessoa sentada e, na plataforma, outra pessoa observando o vagão passar. Dentro do vagão se desprende um lustre conforme a imagem abaixo:



Fonte: ALVARES, (2016)

Com base nas suas observações desenhe a trajetória que o lustre faz considerando a pessoa que está observando o vagão passar:

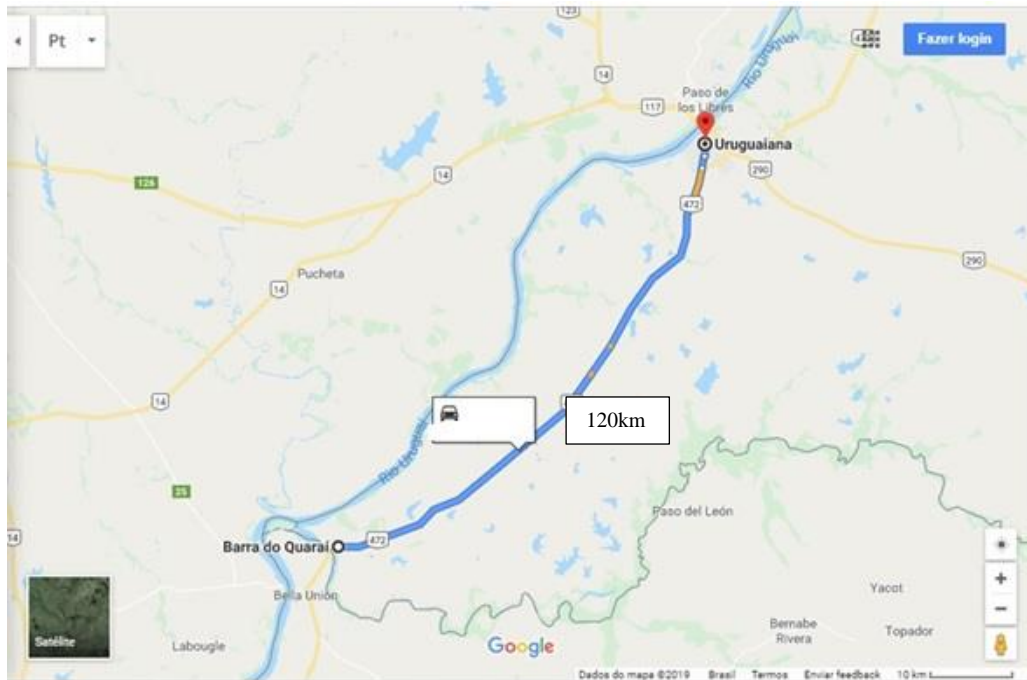


- 2) Em um treinamento de atletismo, João correu uma distância de 30 metros em 10s e Lucas percorreu uma distância de 18 metros em 6 segundos. Considerando esta situação qual afirmativa abaixo está correta?
- d) A velocidade escalar média de João foi menor que a velocidade escalar média de Lucas.
 - e) A velocidade escalar média de João foi maior que a velocidade escalar média de Lucas.
 - f) A velocidade escalar média de João e Lucas são iguais.

Justifique sua resposta.

- 3) Pedro demora em torno de 1 hora para chegar até a escola utilizando o transporte escolar. O ônibus faz o trajeto com a velocidade escalar média de 80 km/h. Qual a distância que Pedro percorre todos os dias para ir até a escola?
- b) 80 m b) 80 km c) 8 km d) 160 km e) 16 km

- 4) De acordo com o mapa a distância da sua casa em Barra do Quaraí até Uruguaiiana é de 120 km. Você e sua família foram fazer compras em Uruguaiiana, considerando a velocidade escalar média do carro de 80 km/h, quanto tempo você e sua família levaram até Uruguaiiana?



Fonte: *Google Maps* (2018).

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO E AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGEM E VOZ

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Título do Projeto: DESVENDANDO O TRÂNSITO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INSPIRADA NA METODOLOGIA DOS EPISÓDIOS DE MODELAGEM PARA O ESTUDO DA CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Pesquisador responsável: Maria Aparecida Maia de Mello

Instituição: Universidade Federal do Pampa- Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Fone para contato: (55) 99926-1761

O (a) aluno (a).....está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada DESVENDANDO O TRÂNSITO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INSPIRADA NA METODOLOGIA DOS EPISÓDIOS DE MODELAGEM PARA O ESTUDO DA CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL, de responsabilidade da pesquisadora Maria Aparecida Maia de Mello, que será realizada no primeiro semestre de 2019, nas aulas de Ciências, na turma de nono ano da Escola de Ensino Fundamental Manoel Imas dos Santos. Os resultados da pesquisa serão mantidos de forma anônima e confidencial, sendo assegurada a privacidade. A participação é voluntária, podendo a qualquer momento desistir de participar da pesquisa. Da mesma forma, através deste Termo, fica autorizado o uso da imagem e da voz do (a) aluno (a), em instrumentos de pesquisa utilizados para evidenciar que a pesquisa foi realizada.

Barra do Quaraí, 01 de março de 2019.

ANEXO B

EMEF MANOEL IMAS DOS SANTOS

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

9º Ano

1º TRIMESTRE	2º TRIMESTRE	3º TRIMESTRE
<ul style="list-style-type: none">• Introdução a química<ul style="list-style-type: none">➤ Conceitos gerais➤ Fenômenos Químicos e Físicos• Matéria:<ul style="list-style-type: none">➤ Transformações da Matéria➤ Propriedades Gerais da Matéria➤ Propriedades específicas➤ Estados Físicos da Matéria➤ Mudanças de Estado Físico• Misturas químicas:<ul style="list-style-type: none">➤ Misturas heterogênea e homogênea➤ Separação de misturas• Elementos químicos<ul style="list-style-type: none">➤ Símbolos e Classificação	<ul style="list-style-type: none">• Tabela Periódica<ul style="list-style-type: none">➤ Átomo➤ Número Atômico➤ Número de Prótons, Nêutrons, Massa• Camadas eletrônicas• Ligações Químicas<ul style="list-style-type: none">➤ Ligação iônica➤ Ligação Covalente➤ Ligação Metálica	<ul style="list-style-type: none">• Introdução a Física<ul style="list-style-type: none">➤ Movimentos➤ Velocidade média➤ Movimento Retilíneo, Uniforme, Variável, Curvilíneo➤ Aceleração• Força<ul style="list-style-type: none">➤ Tipos de Força➤ Força e Aceleração• Leis de Newton:<ul style="list-style-type: none">➤ Trabalho e Energia➤ Luz➤ Ondas➤ Som➤ Magnetismo➤ Eletricidade