



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CAMPUS ARARANGUÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO NACIONAL  
PROFISSIONAL EM ENSINO DA FÍSICA – MNPEF

JOEL ROSSO

**SIMULADOR DE IMPACTO COMO FERRAMENTA DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM NOS ESTUDOS DA MECÂNICA**

Araranguá, SC  
2023

JOEL ROSSO

**SIMULADOR DE IMPACTO COMO FERRAMENTA DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM NOS ESTUDOS DA MECÂNICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino da Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino da Física

Orientador(a): Prof.(a) Olga Yevseyeva, Dr.(a)

Araranguá, SC  
2023

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

Rosso, Joel

Simulador de impacto como ferramenta de ensino  
aprendizagem nos estudos da mecânica / Joel Rosso ;  
orientadora, Olga Yevseyeva, 2023.

134 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade  
Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de Física, Araranguá, 2023.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Mecânica. 3. Cinemática. 4.  
Dinâmica. 5. Simulador de impacto. I. Yevseyeva, Olga. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrado Nacional  
Profissional em Ensino de Física. III. Título.

Joel Rosso

**Simulador de Impacto como Ferramenta de Ensino-Aprendizagem nos  
Estudos da Mecânica**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Marcelo Zannin da Rosa, Dr(a)  
Swansea University

Prof. (a) Marcia Martins Szortyka, Dr(a)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Marta Adriana Machado da Silva, Dr(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.



Documento assinado digitalmente  
Marcelo Freitas de Andrade  
Data: 05/10/2023 20:49:00-0300  
CPF: \*\*\*.967.069-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Marcelo Freitas de Andrade, Dr.



Documento assinado digitalmente  
Olga Yevseyeva  
Data: 05/10/2023 18:15:19-0300  
CPF: \*\*\*.003.889-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Prof.(a) Olga Yevseyeva, Dr.(a)  
Orientador(a)

Araranguá, 2023

*“Deus escreve certo por linhas tortas”.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que lançou uma pedra no meu caminho, a qual foi o que permitiu utilizá-la nesta jornada.

Agradecimentos também a equipe do polo da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em Araranguá, SC, bem como ao coordenador Professor Doutor Leandro Batirolla Krott, por todo suporte oferecido.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pelo programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, juntamente a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por disponibilizar esta oportunidade de aperfeiçoamento pessoal e profissional

Agradeço à minha orientadora, a Professora Doutora Olga Yevseyeva por ter disponibilizado uma parte de seu tempo, para que juntos pudéssemos construir e aplicar esta proposta, e ao meu irmão, Doutor Pedro Rosso, por todas as orientações recebidas.

A todos meus colegas de sala de aula, em especial ao Guilherme Emerin, por ser fazer parte, com suas opiniões e sugestões ao longo desta jornada.

Agradeço em especial, a minha esposa, Gisele, juntamente com minha filha Ingrid, por ter me suportado ao longo desta caminhada e ao meu filho Guilherme, de quem já extrai um pouco de seu conhecimento de um futuro engenheiro mecânico.

Em especial, agradeço de coração o meu pai, José Rosso, o Seu Bepi, que sempre disse: *“a única coisa que posso deixar para você é a oportunidade de estudar que eu não tive”*.

Por fim, agradeço a direção do Colégio Sagrada Família, EEB Irmã Edviges, EEB Princesa Isabel, EEB Vitório Búrigo e EEB Luiz Tramontin, que me disponibilizaram suas dependências para a aplicação do meu projeto.

*À Todos o meu sincero, muito obrigado!*

## RESUMO

Partindo das colocações feitas pelos alunos do tipo “para que eu estou estudando isso?” ou “onde é que eu vou usar isso na minha vida?” sobre os conteúdos que são ou serão estudados na física e unindo com os conceitos sobre a aprendizagem significativa de Ausubel é que foi desenvolvido o projeto do simulador de impacto, com o qual pode-se demonstrar, praticamente e visualmente, os efeitos que ocorrem com o um ou mais corpos envolvem-se em uma colisão, visto que em uma colisão diversas variáveis da Física estão envolvidas como por exemplo aceleração, velocidade, massa, as quais geram energias e forças que são diretamente proporcionais as variáveis anteriores. Sendo assim, a proposta de construção deste simulador é com o intuito de desenvolver um equipamento para ser utilizado em sala de aula como ferramenta de ensino-aprendizagem para os conteúdos Mecânica do 1º Ano do Ensino Médio, mais especificamente os conteúdos relativos à Cinemática e a Dinâmica, sendo este conhecimento a parte essencial no subsunçores dos envolvidos para que os possam construir um novo conhecimento derivado da teoria aplicada na prática, sendo este o objetivo principal do desenvolvimento deste simulador, que é trazer para sala de aula, situações do dia a dia e confrontá-las com as teorias existentes.

**Palavras-chave:** Simulador de Impacto, Cinemática; Dinâmica; Energia e Força; Colisão.

## **ABSTRACT**

Starting from the statements made by the students, like "Why am I studying this?" or "Where am I going to use this in my life?" about the content that is or will be studied in physics and combining them with the concepts of meaningful learning from Ausubel, the impact simulator project was developed, with which the effects that occur when one or more bodies are involved in a collision can be demonstrated, practically and visually, since in a collision various variables of physics are involved in such as acceleration, velocity, mass, which generate energies and forces that are directly proportional to the previous variables. Therefore, the proposal for the construction of this simulator is with the intention of developing equipment to be used in the classroom as a teaching and learning tool for the Mechanics content of the 1st year of High School, more specifically the content related to Kinematics and Dynamics, with this knowledge being the essential part in the subsumers of those involved so that they can build new knowledge derived from the theory applied in practice, this being the main objective of the development of this simulator, which is to bring everyday situations into the classroom and confront them with existing theories

Keywords: Impact Simulator, Kinematics; Dynamics; Energy and Strength; Collision.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Avarias causadas no capacete devido ao acidente motociclístico em maio/2005.....	14
Figura 2: Teorias da aquisição de conhecimento.....	16
Figura 3: Processo de aquisição de conhecimento.....	25
Figura 4: Método de Kolb.....	27
Figura 5: Método de Honey-Alonso.....	28
Figura 6: Exemplo de uma Trajetória.....	30
Figura 7: Variação de espaço.....	31
Figura 8: Variação da velocidade em função da variação do tempo.....	32
Figura 9 : O movimento uniforme da luz.....	33
Figura 10: Variação da velocidade e do espaço devido a aceleração.....	34
Figura 11: Lançamento vertical e queda livre.....	35
Figura 12: Primeira lei de Newton ou Princípio da Inercia.....	38
Figura 13: Segunda lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica.....	39
Figura 14: Terceira lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação.....	40
Figura 15: Representação de um momento linear.....	41
Figura 16: Energia cinética e da energia potencial juntas em um mesmo evento.....	42
Figura 17: O jogo de sinuca é um exemplo clássico de colisão elástica, pois há variação de posição e velocidade sem alteração nos corpos envolvidos.....	48
Figura 18: Uma colisão entre dois automóveis é considerada uma colisão inelástica.....	48
Figura 19: Colisão perfeitamente inelástica – carreta arrasta moto por mais de 30 km.....	49
Figura 20: Produto Educacional: Simulador de Impacto.....	52
Figura 21: A processo da aprendizagem.....	53
Figura 22: Linha do tempo – Conteúdos já ministrados na disciplina de Física.....	54
Figura 23 – Realizações dos ensaios com o uso do Simulador de Impacto.....	57
Figura 24 – Registros dos ensaios realizados no Simulador de Impacto.....	58
Figura 25 – Tabelas de dados referentes aos ensaios extraídas dos relatórios.....	58
Figura 26 – Considerações produzidas pela Equipe 1.....	58
Figura 27 – Considerações produzidas pela Equipe 2.....	59
Figura 28 – Considerações produzidas pela Equipe 3.....	59
Figura 29: Opinião inicial dos alunos em relação a acidentes de trânsito.....	61
Figura 30: Análise inicial das imagens sobre colisões frontais de veículos automotores.....	64
Figura 31: Tabela de dados para a realização dos ensaios no Simulador preenchida.....	65

Figura 32: Preparação dos materiais para a realização dos ensaios.....	66
Figura 33: Realização dos ensaios.....	66
Figura 34: Infográfico montado com os corpos de prova depois os ensaios.....	66
Figura 35: Análise dos resultados dos ensaios realizados no Simulador.....	67
Figura 36: Reanálise das imagens sobre colisões frontais de veículos automotores.....	67
Figura 37: Opinião dos alunos sobre como os conceitos da Física podem explicar os efeitos dos acidentes automobilísticos.....	68
Figura 39: Opinião dos alunos em relação as aulas com o Simulador de Impacto.....	69

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

MU – Movimento Uniforme

MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

SI – Sistema Internacional de Medidas

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
<b>3. TEORIAS DA APRENDIZAGEM</b> .....	16
3.1 EMPIRISMO.....	16
3.2 RACIONALISMO.....	17
3.2.1 Inatismo.....	17
3.2.2 Interacionismo ou Construtivismo.....	18
3.2.2.1 Teoria do construtivismo de Piaget.....	18
3.2.2.2 Teoria do construtivismo de Vygotsky.....	19
3.3 TEORIAS DE TRANSIÇÃO ENTRE O BEHAVIORISMO E O COGNITIVISMO.....	20
3.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	21
3.4.1 Aprendizagem mecânica como pré-requisito para geração dos subsunçores.....	22
3.4.2 Condições para a ocorrência da aprendizagem da aprendizagem significativa.....	22
3.4.3 A não-arbitrariedade e a substantividade como características básicas da aprendizagem significativa.....	23
3.4.4 Comparativo entre as teorias existentes e a aprendizagem significativa de Ausubel.....	24
3.4.4.1 A aprendizagem significativa sob o ponto de vista piagetiano.....	24
3.4.4.2 A aprendizagem significativa na abordagem kellyana.....	24
3.4.4.3 A aprendizagem significativa na abordagem vygotskyano.....	24
3.4.4.4 A aprendizagem significativa na perspectiva de Johnson-Laird.....	25
3.4.4.5 Uma visão humanista da aprendizagem significativa, por Novak.....	25
3.5 ESTILOS DE APRENDIZAGEM.....	26
3.5.1 Método Vark.....	26
3.5.2 Método Kolb.....	26
3.5.3 Método Honey-Alonso.....	27
3.6 O ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO DA FÍSICA.....	28
<b>4. CONCEITOS DA FÍSICA ABORDADOS NA MECÂNICA</b> .....	30
4.1 POSIÇÃO, DESLOCAMENTO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO.....	30
4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS.....	33
4.3 FORÇA.....	36

4.4 AS LEIS DE NEWTON.....	37
4.5 MOMENTO LINEAR E SUA CONSERVAÇÃO.....	41
4.6 ENERGIA.....	42
4.6.1 Energia Cinética.....	43
4.6.2 Energia Potencial.....	43
4.7 TRABALHO.....	44
4.7.1 Trabalho e a energia cinética.....	44
4.7.2 Trabalho e a energia potencial.....	45
4.7 ENERGIA MECÂNICA.....	46
4.8 COLISÕES.....	47
4.8.1 Colisão elástica.....	47
4.8.2 Colisão inelástica.....	48
4.8.3 Colisão perfeitamente inelástica.....	49
<b>5. METODOLOGIA DE ENSINO.....</b>	<b>50</b>
5.1 PRODUTO EDUCACIONAL: SIMULADOR DE IMPACTO.....	50
5.2 OBJETIVO GERAL.....	51
5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	51
5.4 MONTAGEM DO SIMULADOR DE IMPACTO.....	51
<b>6. METODOLOGIA DE TRABALHO.....</b>	<b>53</b>
6.1 ATIVIDADES COM O SIMULADOR DE IMPACTO NO ANO LETIVO DE 2021.....	55
6.2 ATIVIDADES COM O SIMULADOR DE IMPACTO NO ANO LETIVO DE 2022.....	57
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>9. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL: SIMULADOR DE IMPACTO.....</b>	<b>77</b>

## INTRODUÇÃO

Quando se fala em educação, muitas coisas passam pela nossa mente, a escola, os alunos, os professores e as disciplinas, umas mais atraentes e outras mais indesejáveis, como matemática, química e física por um único motivo: *“todas tem cálculos”*, que foi uns dos resultados obtidos pela pesquisa realizada por Lorenzoni at el, em 2012, apresentada em seu artigo intitulado *“Disciplinas que despertam mais ou menos interesse dos alunos do ensino médio da E.E.F.M Professora Célia Teixeira do Carmo”*, de Alegre – ES, onde foi diagnosticado que:

*De uma amostra de 54 alunos, em relação às matérias que os alunos menos se interessam, 32% disseram ser a física, 20% responderam ser a matemática, 11% a química, 7% as disciplinas de artes, história e inglês, 4% para as disciplinas biologia, português e geografia, e 3,8% para filosofia.*

Quando se aborda o tem educação, as deficiências do ensino que é praticado nas escolas, sejam elas da pré-escola até mesmo as de ensino superior, aliado com o nível social das famílias, resultam num elevado índice de repetências e a evasão escolar, o que reflete no mercado de trabalho, onde a baixa qualificação profissional leva ao desemprego e a atividades informais.

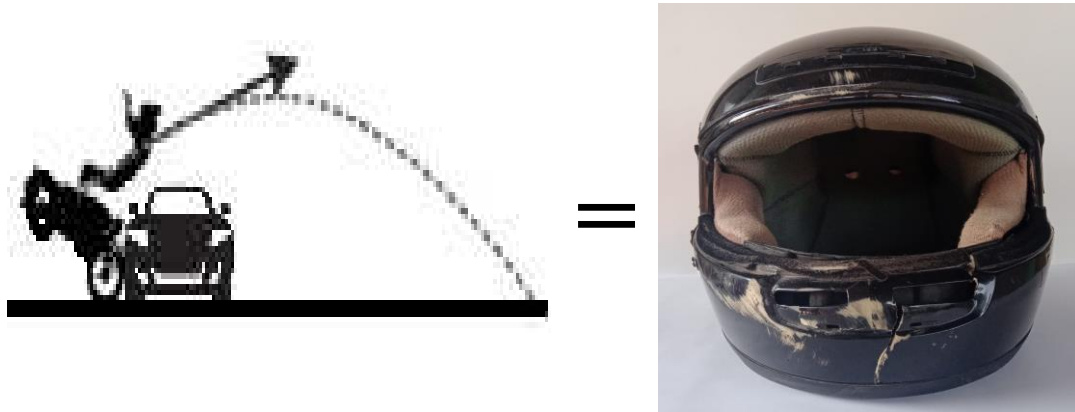
Tanto que também é de grande valia lembrar que, em muitos situações o método de aprendizagem é mecânica, voltada simplesmente para a obtenção da nota necessária para haver a aprovação no final do ano letivo, que para Moreira; Masini (1982) “Ausubel define como aprendizagem mecânica (rote learning) como sendo uma aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos existentes na estrutura cognitiva”, ou seja, a mesma recebida, armazenada e pronto, sem nenhuma inteiração com o que já existente.

E falando em qualidade na educação, qual foi o professor de física que nunca escutou a expressão: *“para que eu estou estudando isso?”* ou então *“onde é que eu vou usar isso na minha vida?”*, ainda mais para o autor deste projeto, que em maio de 2005 sofreu um acidente motociclístico que gerou a seguinte indagação:

***“Como um capacete que custou tão caro, racha em um acidente?”***

Explicando a situação, em maio de 2005, o autor sofreu um acidente de moto no qual, após a colisão, onde o velocímetro da moto trancou a 90 km/h (cerca de aproximadamente 25 m/s), sendo que o mesmo foi arremessado a uma distância aproximada de 15 metros (segundo relatos das testemunhas que presenciaram o acidente), onde o piloto da moto, após o impacto com o carro foi lançado obliquamente, sendo que ao tocar o solo, toda força envolvida foi direcionada no capacete, como é representada na Figura 1.

**Figura 1: Avarias causadas no capacete devido ao acidente motociclístico em maio/2005.**



Fonte: O Autor

Para tentar compreender e achar uma explicação do motivo que o capacete rachou, quando o autor voltou a frequentar as aulas do curso de engenharia, ao comentar com o professor da disciplina de Mecânica, *Sergio Matana* (in memoriam), foi quem primeiramente mencionou que os efeitos relacionados a colisões são diretamente proporcionais a massa e a velocidade dos corpos envolvidos.

E foi perante ao apresentado anteriormente que, a partir de 2014, o assunto “*efeitos que podem ser ocasionados por colisões*” passaram a fazer parte das aulas de abertura do ano letivo com as turmas do 1º ano do ensino médio, onde, ao se abordar este assunto, notou-se o grande interesse dos alunos ao se abordar a situação ocorrida e o uso de conceitos da física para explicá-la, isso com o uso de imagens do capacete e motivando os alunos a traçarem, na opinião deles, uma explicação das avarias sofridas no capacete, é que, com esta metodologia, a aprendizagem significativa de Ausubel se evidência, fator determinante na elaboração desta proposta, a qual será apresentada a posteriormente.

## 2. OBJETIVOS

Tomando como ponto norteador para o desenvolvimento das ações que serão dispostas neste projeto, a situação citada anteriormente e os resultados citados por Lorenzoni et al (2012) mediante os quais foram traçados os seguintes objetivos:

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um simulador de impacto para ser utilizado como ferramenta de ensino-Aprendizagem nas aulas de Mecânica, mais especificamente as de Cinemática e da Dinâmica

## 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Abordar, significativamente, os conceitos pertinentes a Mecânica, mais especificamente os da Cinemática e os da Dinâmica;
- Compreender as definições e as fórmulas que envolvem os estudos dos movimentos;
- Conceituar força e energia, bem como suas interações dentro dos conceitos da Cinemática e da Dinâmica;
- Proporcionar uma visualização da teoria em atividades práticas de laboratório;
- Confrontar os resultados obtidos em laboratórios com situações reais do dia a dia.

Mas antes de ser apresentando a metodologia utilizada durante o desenvolvimento deste *Simulador de Impacto* que será aplicado como ferramenta de ensino-aprendizagem durante a abordagem dos conceitos da Mecânica é necessária uma apresentação prévia das teorias que fundamentaram o projeto, onde inicialmente serão abordadas as Teorias da Aprendizagem.

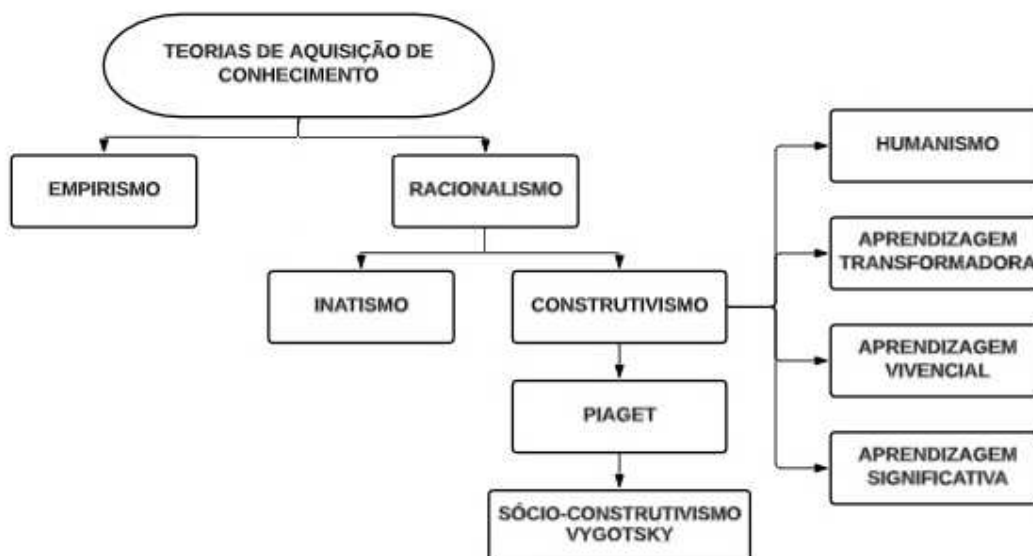


### 3. TEORIAS DA APRENDIZAGEM

Esta questão, a de se tornar o processo de ensino-aprendizagem mais atrativo e motivador aos alunos, já vem sendo analisada e argumentada desde o século XVI com o Racionalismo de Rene Descartes e o Empirismo de John Locke e David Hume, posteriormente grandes mestres nas teorias de educação como Jean Piaget e Lev Vygotsky (Morris, 1977)

Como o passar dos tempos, inúmeros teorias e conceitos foram realizados com o intuito de decifrar como o ser humano adquiria, analisava e compreendia o conhecimento, de como o mesmo vinha ou deveria ser apresentado, e logo se seria aceito ou refutado. Na Figura 1, diversas ideias e temas foram abordadas com o passar dos anos, onde a seguir será feita uma breve descrição de cada uma, começando pela definição das ideias norteadoras centrais, ou seja, o Empirismo e o Racionalismo, onde ao final deste capítulo será apresentada e defendida a teoria de aprendizagem que se pretende adotar na elaboração deste projeto.

**Figura 2: Teorias da aquisição de conhecimento.**



Fonte: Messeder, 2021.

E numa breve apresentação, a seguir serão abordadas as teorias de aquisição do conhecimento, com o intuito de justificar a teoria escolhida para nortear as atividades de desenvolvimento do projeto *Simulador de Impacto* como uma ferramenta de ensino-aprendizagem dos conceitos da Mecânica para as turmas do primeiro ano do ensino médio.

#### 3.1 EMPIRISMO

O empirismo, também conhecido como “*ambientalismo*”, cujos percussores iniciais

desta corrente filosófica foram o filósofo inglês John Locke (1632-1704) e o também filósofo, porém, escocês David Hume (1711-1776), que segundo as ideias era que o ser humano seria como uma “*tabua rasa*”, onde seriam gravadas as inteirações vividas com o meio, ou seja, o conhecimento era considerado como uma cópia do que já existe (Mizukami, 1986), e desta ideia principal derivou-se o *behaviorismo* (comportamentalismo) e o *conexionismo*.

### 3.2 RACIONALISMO

Já no Racionalismo, que para Descartes (1596-1650), o conhecimento somente é obtido após análise de proposições lógicas e possíveis, as quais devem ser analisadas e confirmadas pelo ser humano.

Segundo Messeder (2021), “o ambiente gera um estímulo que gera a aprendizagem no indivíduo, este uma vez transformado exerce influência sobre esse ambiente e o transforma novamente, o ambiente transformador gera um novo estímulo e assim sucessivamente”.

Desta corrente derivaram o *Inatismo* (ou nativismo ou apriorismo) e *Interacionismo* (ou construtivismo), sendo estes dois últimos descritos a seguir:

#### 3.2.1 Inatismo

Sendo o *Inatismo* uma ideologia filosófica, dentro do Racionalismo, que acredita que o conhecimento já nasce com ser humano, onde estas características podem ser determinadas pela hereditariedade, logo, as mesmas são inatas ou pré-determinadas, ou seja, o desenvolvimento do homem está desvinculado do meio, sendo que as condições para haver a aprendizagem são dadas pela bagagem hereditária, e que o indivíduo já se encontra pronto com ideias anteriores à experiência (DAVIS; OLIVEIRA, 1994).

Para os que defendem a filosofia do inatismo, para que um aluno possa aprender é necessário que ele já esteja pronto, sendo que a educação terá o papel de apenas ampliar a sua bagagem de conhecimento que o mesmo já possui, onde, nesta situação, o professor que deve trazer à tona essa predisposição, sem interferir no processo, apenas ajudando o aluno a organizar o conhecimento.

A filosofia do inatismo é expressa de uma maneira clara em ditados populares, tipo “*filho de peixe, peixinho é*”, “*tal pai, tal filho*” ou então “*pau que nasce torto morre torto*”. logo:

“A concepção inatista parte do pressuposto de que os eventos que ocorrem após o nascimento não são essenciais e/ou importantes para o desenvolvimento. As

qualidades e capacidades básicas de cada ser humano – sua personalidade, seus valores, hábitos e crenças, sua forma de pensar, suas reações emocionais e mesmo sua conduta social – já se encontrariam basicamente prontas e em sua forma final por ocasião do nascimento, sofrendo pouca diferenciação qualitativa e quase nenhuma transformação ao longo da existência. O papel do ambiente (e, portanto, da educação e do ensino) é tentar interferir o mínimo possível no processo do desenvolvimento espontâneo da pessoa.” (DAVIS; OLIVEIRA, 1994)

Nesta linha de pensamento inatista podem ser citados na filosofia antiga, Sócrates e Platão e, na filosofia moderna, com Descartes.

### 3.2.2 Interacionismo ou Construtivismo

A filosofia da teoria do *Interacionismo* ou *Construtivismo*, que também está dentro do Racionalismo, considera que o ser humano passa por estágios para adquirir e construir o conhecimento, ou seja, que a aquisição do conhecimento, por um aluno, é um processo pessoal, ativo e mental, intermediado pelo professor, que atua como um mediador na dinâmica do ensino-aprendizagem, sendo assim o desenvolvimento da aprendizagem ocorrerá juntamente com o desenvolvimento do próprio aluno (Fossile, 2010).

O construtivismo destaca o papel fundamental da atividade do sujeito na construção do conhecimento, onde todas as representações que o sujeito tem dos objetos da realidade são construídas ativa e criativamente por ele, e não simplesmente absorvidas, onde as representações já existentes podem passar por alterações oriundas do próprio sujeito, a partir de novas abordagens com o meio em que está exposto, é por isso que a abordagem do construtivismo é utilizada por diferentes áreas do conhecimento, pois fornece uma visão e interdisciplinar para a compreensão de como os indivíduos constroem e adquirem conhecimento.

#### 3.2.2.1 Teoria construtivista de Piaget

O construtivismo teve origem nos estudos do psicólogo suíço Jean Piaget (1896 – 1980), em sua obra “*Logique et connaissance scientifique*”, de 1967, onde ele propõe que o conhecimento é adquirido através da interação do indivíduo com o ambiente em que vive, ou seja, para o construtivismo, na Teoria da Aprendizagem, compreender é inventar, construir e reconstruir, pois as aquisições não se acumulam, e sim se organizam e reorganizam conforme cada nova etapa é avançada dentro do desenvolvimento mental do ser, onde os conceitos piagetianos estabelecem que as estruturas cognitivas do indivíduo não são adquiridas de forma natural e pronta, mas são construídas a partir da interação do sujeito com o meio, assim o

desenvolvimento cognitivo seria resultado de uma reorganização contínua dos processos mentais, que seria influenciada tanto pela maturação biológica quanto pela experiência ambiental.

Para Piaget, existem quatro estágios de progressão do indivíduo, sendo eles:

- Estágio 1: que vai até os 2 anos, que é definida como *fase sensório-motora*, onde as crianças observam o mundo a sua volta através de seus sentidos, criando uma imagem mental dos objetos que estão por perto, mesmo que eles não estejam ao alcance;
- Estágio 2: que vai dos 2 aos 7 anos, definido como *pré-operatório*, onde as crianças começam a desenvolver sua imaginação e memória, já sendo capazes de interpretar as coisas de forma simbólica;
- Estágio 3: dos 7 aos 11 anos se dá o estágio da fase *operacional concreta*, o - pensamento se torna mais complexo, e a criança começa a pensar de maneira hipotético-dedutiva, sendo que a criança, nessa fase, é capaz de raciocinar de forma abstrata e desenvolver uma análise mais crítica dos problemas, além de, também, raciocinar melhor sobre o que está sendo dito ou lido.
- Estágio 4: estágio este que começa a partir dos 11 anos e vai até a fase adulta, estágio este conhecido *operacional formal*, onde são começados a serem desenvolvidos os pensamentos hipotético-dedutivos, com os quais se permite levantar hipóteses, tirar conclusões lógicas e resolver problemas complexos.

Para finalizar esta abordagem, pode-se concluir que no estágio 4, é quando se desenvolve a capacidade de usar a lógica para solucionar problemas, projetar o seu futuro e compreender o mundo ao seu redor (PAPALIA, 2006).

### 3.2.2.2 Construtivismo de Vygotsky

O Construtivismo ou Socioconstrutivismo, de Vygotski (1896 – 1934), é uma abordagem da psicologia contemporânea, onde se procura compreender o desenvolvimento através da interação social, ou seja, o processo de aprendizagem acontece de forma significativa através da interação entre o sujeito e o meio em que ele está inserido.

A teoria de Vygotsky se baseia nas ideias de mediação e *zona de desenvolvimento proximal* (ZDP), as quais se aplicam como métodos para ajudar os educadores no processo de ensino e aprendizagem nas escolas. Nesse ínterim, demonstra que o ser humano é um ser

pensante, que busca entender o que o rodeia e dar-lhe significado por meio de seu desenvolvimento na sociedade (Vygotsky, 1991).

Para finalizar esta abordagem sobre as teorias do construtivismo, onde para Piaget, com o amadurecimento biológico ocorre a evolução no raciocínio crítico, bem como Vygotsky, que acredita que desenvolvimento intelectual vem por meio da interação social, ambos estão diretamente ligados a evolução da aprendizagem de um ser.

### 3.3 TEORIAS DE TRANSIÇÃO ENTRE O BEHAVIORISMO E O COGNITIVISMO

Dentro das teorias da aprendizagem citadas no empirismo e no construtivismo existem outras teorias que se intercalavam entre o behaviorismo e cognitivismo, entre elas:

- *Teoria de processamento da informação*: desenvolvida por Robert Gagné (1916-2002), esta teoria encontra-se entre o pensamento behaviorismo e o cognitivismo pois a mesma considera de um lado, os estímulos e respostas e do outro, os processos internos da aprendizagem, e com o processamento das informações (Illeris, 2013);
- *Humanismo*: seu criador foi Carl Rogers (1902-1987) seguiu a linha de pensamento dos humanistas, mas se diferenciou no quesito de que seu objetivo não é o controle do comportamental visando a formulação de um bom currículo e sim o crescimento na aprendizagem pessoal do aluno (Illeris, 2013);
- *Teoria da aprendizagem transformadora*: Jack Mezirow (1923-2014), na década de 70 propôs que a educação de jovens e adultos deveria ter o intuito de guiá-los em uma transformação pessoal com o objetivo de crescimento e amadurecimento intelectual através de uma reflexão sobre suas suposições, crenças e valores próprios (Illeris, 2013);
- *Teoria da aprendizagem experiencial*: esta teoria é baseada nos trabalhos desenvolvidos por Kurt Lewin, Jean Piaget e John Dewey, onde David Kolb (1939) em 1971, dimensionou que a aprendizagem experiencial oferece uma perspectiva entendimento integral dos fenômenos envolvidos na aprendizagem sendo que a mesma era voltada mais para a aprendizagem de adultos, quando em 1980, propôs um aperfeiçoamento de teoria experimental sendo a mesma ficaria conhecida como *Teoria de Aprendizagem Vivencial* argumentando que para um adulto é mais fácil aprender quando eles podem viver o que esta sendo proposto e não simplesmente conhecendo (Illeris, 2013).

- *Teorias cognitivas:* As teorias cognitivistas enfatizam o processo de cognição, através do qual a pessoa atribui significados à realidade em que se encontra, preocupando-se com a compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação que lhe estão sendo sugeridas. Nesta corrente pode-se encontrar como Brunner, Piaget, Ausubel, Novak e Kelly (Osterman; Cavalcanti, 2010).
- *Aprendizagem significativa:* Desenvolvida por David Ausubel (1918-2008) em 1963, a mesma possui como ideia principal a de que, para a nova aquisição de conhecimento ocorre um processo pelo qual a nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva já existente do indivíduo (Osterman; Cavalcanti, 2010).

Apresentados, resumidamente, os conceitos das principais teorias de aprendizagem, agora será dada uma abordagem mais profunda na teoria da *Aprendizagem Significativa*, de Ausubel, pois a mesma trará muitas contribuições substanciais neste projeto.

### 3.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (1918-2008) em 1963, na obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Para Moreira, Masini (1982):

“Aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”.

Para Novak (1977) é de que qualquer fator isolado o que pode-se se tornar importante influenciador na aprendizagem quando aquele que está aprendendo já conhece, ou seja, o conceito central da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a nova informação relaciona-se com uma estrutura de conhecimento específica já definida, definida por Ausubel como *subsunçor*, onde para Moreira (2021):

“Subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.”

Em outras palavras, o subsunçor pode ser considerado como um conceito, uma ideia que já existe e também já conhecida, onde a mesma servirá de base para a aquisição e interpretação do novo conhecimento, exemplo, na física os primeiros conteúdos estão voltados aos estudos

dos movimentos uniforme, passando por uniformemente variado e posteriormente a as leis de Newton, logo, onde inicialmente se fala em velocidade média e constante, posteriormente em aceleração e por fim, nas leis de Newton aplica-se estes conceitos na interpretação das mesmas dentro dos critérios da dinâmica dos movimentos, os quais serão apresentadas posteriormente. Assim, para Ausubel, por Moreira; Masini (1982),

“Todo conhecimento humano é armazenado de forma hierárquica, onde os mais importantes são os que primeiramente serão lembrados, ou melhor dizendo, consultados, ou seja, uma proposição que já existe na estrutura cognitiva irá servir de aporte para a nova informação que está sendo apresentada”.

Segundo Ausubel, estrutura cognitiva tende a organizar hierarquicamente em termos de nível de abstração, generalizada e inclusividade de seus conteúdos, e como consequência, ao se confrontar com o novo refletirá uma relação de subordinação à estrutura cognitiva.

#### 3.4.1 Aprendizagem mecânica como pré-requisito para geração dos subsunçores

Como citado anteriormente, na aprendizagem significativa a uma inteiração do novo com o já existente, mas não pode-se deixar de destacar que há casos onde a informação é inteiramente nova, onde a mesma pode estar sendo apresentada através de uma aprendizagem mecânica, onde não existe nenhuma informação pertinente para se compartilhada, mas os dados estão sendo copilados e com isso os subsunçores vão sendo gerados, e a medida que novas informações a respeito deste tema em questão vem sendo apresentados, automaticamente irá acontecer a formação de conceitos, posteriormente a assimilação de conceitos.

Ausubel (1963) propõem que, ao ser apresentada uma nova informação a um aprendiz, seja ele novo ou velho, a informação venha através do uso de organizadores prévios, os quais serviram como base para a aquisição de novos conhecimentos, e com isso, o desenvolvimento dos subsunçores que auxiliaram nas aprendizagens futuras. Pode-se relacionar que a introdução destes “organizadores” pode vir através da aprendizagem mecânica, auxiliando o aprendiz superar a deficiência de conhecimento ao exposto e ampliar a sua aprendizagem.

Para finalizar, foi visto como a aprendizagem mecânica pode ser benéfica na formação de conceitos e ideias, com os quais os saberes passam a ser adquiridos e trabalhados levando a um aprendizado mais consistente e significativo, como será apresentado a seguir.

#### 3.4.2 Condições para a ocorrência da aprendizagem da aprendizagem significativa

Para Ausubel (1968) a essência contida no processo da aprendizagem significativa é que

o aprendiz começa a relacionar as ideias novas de maneira não-arbitrária e substantiva aos fatores e conceitos que já são pré-conhecidos, logo:

- O material a ser aprendido deverá ser atrativo aos olhos do aprendiz;
- E que o aprendiz demonstre interesse ao novo, o que lhe faça debruçar neste novo conhecimento.

Para Moreira; Masini (1982), outros dois fatores também podem ser considerados como fatores essenciais:

- A natureza do material que está sendo apresentado;
- A natureza da estrutura cognitiva do aprendiz.

Ou seja, o material deve ser substancialmente atrativo de tal maneira que proporcione ao aprendiz logo no primeiro contato a interacionar com o que já possui em seu conhecimento armazenado, tornando com isso a aprendizagem mais significativa, onde a compreensão genuína dos conceitos e seus significados devem ser claros, precisos, diferenciados e transferíveis, com os quais um aprendiz possa formar a sua opinião sobre determinada situação ou conhecimento (Ausubel, 1968)

### 3.4.3 A não-arbitrariedade e a substantividade como características básicas da aprendizagem significativa

O termo “não-arbitrariedade” condiz que o material apresentado relaciona-se de modo semelhante ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, o relacionamento não é com qualquer parte da estrutura cognitiva, mas sim, com os conhecimentos específicos contidos nos subsunçores.

O conhecimento prévio serve como ideacional e organizador para que assim possa haver a aquisição de um novo conhecimento, visto que estes, os novos conhecimentos, ancoram-se nos conhecimentos já pré-existentes.

Já a “substantividade” significa que o que de novo que está sendo incorporado a estrutura cognitiva é tipo como uma “*substância*” do novo conhecimento ou de novas ideias, conceitos e expressões podem ser representados através de símbolos e signos ou grupos de signos diferentes, mas que possuem o mesmo significado. Para Moreira; Masini (1982):

“A essência do processo de aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação.”

Então, de um modo simples, pode-se afirmar que, para Ausubel, o conhecimento prévio



contido na estrutura cognitiva do aprendiz pode ser considerado como uma variável de grande importância para a aprendizagem significativa, pois ao se deparar com uma situação que venha a manifestar o interesse de ser investigada, o sujeito procurará, em seus conhecimentos já adquiridos, como interpretar o novo.

#### 3.4.4 Comparativo entre as teorias existentes e a aprendizagem significativa de Ausubel

Como pode ser observado, ocorre a existência de vários pontos em comum entre as teorias de aprendizagem propostas com o passar dos tempos possuem muitos pontos em comum com a Aprendizagem Significativa de Ausubel, onde a seguir serão analisadas algumas delas.

##### 3.4.4.1 A aprendizagem significativa sob o ponto de vista piagetiano

Na Teoria de Piaget, a aquisição do conhecimento se dá em quatro etapas que são a assimilação, acomodação, adaptação e equilíbrio, então pode-se se criar uma analogia entre a teoria de Piaget e a aprendizagem significativa, pois a assimilação e a adaptação vem de encontro com a proposta de que, na aprendizagem significativa, a nova informação vem de encontro com os subsunçores, onde o que está sendo apresentada vem de encontro com o que já se conhece (Piaget, 1977);

##### 3.4.4.2 A aprendizagem significativa na abordagem kellyana

Para George Kelly, a evolução do homem ao longo dos séculos vem com o desejo de buscar e controlar os eventos ao seu redor, tentando ajustar para eles a realidade do mundo, onde é correlacionado com a aprendizagem significativa no fato de que a edificação dos construtos, ou seja, um modelo criado mentalmente que estabelece um paralelo entre uma observação idealizada e uma teoria proposta, de modo que os eventos venham a acontecer de uma maneira a corroborar com os desejos pessoais (Kelly, 1963).

##### 3.4.4.3 A aprendizagem significativa na abordagem vygotskyano

Já para Lev Vygotski (1988), os processos mentais superiores como pensamento, linguagem e comportamento tem sua origem nos processos sociais, logo o desenvolvimento cognitivo é a conversão das relações sociais em funções mentais, com a construção de signos que representariam os eventos, que na aprendizagem significativa corresponde a

aquisição/construção de significados que o aprendiz acaba transformando em significados psicológicos, e a atribuição destes significados as novas informações vem de encontro com os significados já existentes, pois para Ausubel (1968):

“Para todas as finalidades práticas, a aquisição de conhecimento na matéria de ensino depende da aprendizagem verbal e de outras formas de aprendizagem simbólica. De fato, é em grande parte devido à linguagem e à simbolização que a maioria das formas complexas de funcionamento cognitivo é possível.”

Logo, então se faz sentido falar que na aprendizagem significativa em um enfoque vygotskiano à aprendizagem a tal ponto que se pode argumentar que a interação social de Vygotski é diretamente proporcional a aprendizagem do eu devido a interação de símbolos e significados já pré-existentes.

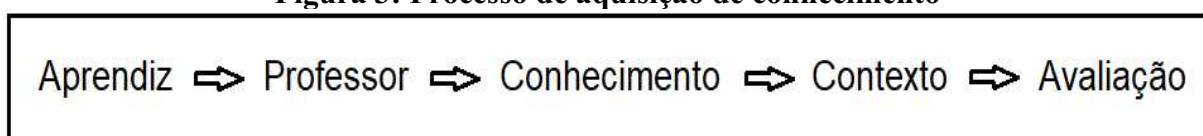
#### 3.4.4.4 A aprendizagem significativa na perspectiva de Johnson-Laird

Em cada momento em que um novo conhecimento é apresentado, uma representação mental é criada para representar o novo, pois para Johnson-Laird, as pessoas não captam o que está representado no mundo exterior, e sim, criam imagens mentais para representá-las. E como na aprendizagem significativa, as relações entre o novo e os subsunçores são o que regem este processo, a alusão de uma imagem mental facilita a aquisição da nova informação (Johnson-Laird, 1983).

#### 3.4.4.5 Uma visão humanista da aprendizagem significativa, por Novak

O processo de aquisição de conhecimento se dá através de quem aprende, quem transmite e como é avaliado, conforme a figura a seguir.

**Figura 3: Processo de aquisição de conhecimento**



Fonte: Novak (1991)

E como sabido, Novak adotou a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel pois quando há “à integração construtiva entre o pensamento, o sentimento e a ação que conduz ao “engrandecimento (*empowerment*) humano”, e como consequência, o crescimento a aprendizagem adquirida.

### 3.5 ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Sobre os estilos de aprendizagem, CERQUEIRA, (2000, p. 36) cita que:

“O estilo que um indivíduo manifesta quando se confronta com uma tarefa de aprendizagem específica. (...) uma predisposição do aluno em adotar uma estratégia particular de aprendizagem, independentemente das exigências específicas das tarefas”.

E na convivência de sala de aula estas características são facilmente observadas, e cabe aos professores identificar e utilizar a ferramenta que mais se adapte à turma, e perante a esta situação a seguir serão citados 3 estilos de aprendizagem, o método VARK, o Kolb e o Honey-Alonso, como será visto a seguir.

#### 3.5.1 Método Vark

Desenvolvido pelo pesquisador neozelandês Neil Fleming, em 1992 definiu 4 estilos de aprendizagem com base nas habilidades cognitivas, que segundo ele, a aquisição do conhecimento ocorre por meio de quatro habilidades, onde o nome *VARK* é formado pelas iniciais de cada habilidade, que são elas:

- Visual – o aluno tem mais facilidade em aprender por meio da visão, quando as informações estão organizadas de forma gráfica, tipo imagens, gráficos, etc;
- Auditory (auditiva) – já este tipo de aluno tem o pensamento estruturado por meio de palavras. Costuma ser memorizador de conversas e retém facilmente as informações que escuta, automaticamente aprende mais ouvindo e falando, como participando em seminários; podcasts, músicas, entre outros;
- Read/Write (leitura/escrita) – este aluno possui mais facilidade para absorver informações expressas em forma de palavras, apresentando seus conhecimentos de forma escrita. São pessoas que aprendem melhor lendo e escrevendo, logo para este público as melhores ferramentas são os livros, as apostilas, revistas, artigos e tudo que envolva a troca de informação através de registros escritos;
- Kinesthetic (cinestésica) - são aqueles estudantes que gostam de colocar a mão na massa e aprendem, e para eles as melhores aulas são as práticas e que envolvam movimento (FILATRO, 2014).

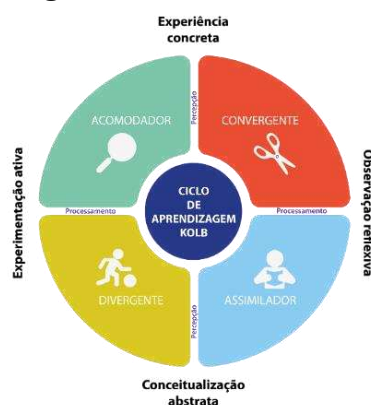
#### 3.5.2 Método Kolb

Criado em 1979 teórico educacional americano David Kolb em 1979, que também

trabalha com quatro estilos de aprendizagem, mas estes estão voltados ao papel da experiência no processo de aquisição do conhecimento. Segundo Kolb, o aluno passa por quatro estágios enquanto aprende: experiência concreta (agir), observação reflexiva (refletir), conceitualização abstrata (conceitualizar) e experimentação ativa (aplicar).

Este estilo de aprendizagem é denominado Ciclo de Aprendizagem e Kolb, onde em cada um dos estágios está conectado a um dos quatro tipos de aprendizagem: divergente, assimilador, convergente e acomodador.

**Figura 4: Método de Kolb**



Fonte: [https://professor.escoladigital.pr.gov.br/estilos\\_aprendizagem](https://professor.escoladigital.pr.gov.br/estilos_aprendizagem)

Onde o:

- Acomodador – aqui se colocam os alunos preferem vivenciar experiências práticas em vez de teoria, ou seja, aprendem fazendo;
- Convergente – buscam a aplicação do conhecimento mediante a aplicação prática das ideias com a resolução de problemas e tomada de decisões;
- Assimilador – são os alunos que preferem as teorias em vez das práticas, destacando-se nas observações reflexivas e conceitualização abstrata, em outras palavras: refletir e conceitualizar.
- Divergente – adoram usar a criatividade e a imaginação para gerarem novas ideias.

### 3.5.3 Método Honey-Alonso

Criado pelo psicólogo Peter Honey e a pela doutora educacional Catalina Alonso do Reino Unido e é o resultado de um estudo realizado com base nas ideias de David Kolb, ou seja, do método de Kolb, sendo que este representa um ciclo de aprendizagem resultante da

interação entre ambiente, experiência prévia e conhecimentos construídos individualmente, o que resultou em quatro tipos de aprendizagem, o ativo, o reflexivo, o pragmático e o teórico.

**Figura 5: Método de Honey-Alonso**



Fonte: <https://ead.ucpel.edu.br/blog/metodo-honey-alonso>

Sendo que o:

- Ativo – aquele que prefere a realização das experiências, gosta do novo e atividades diversas;
- Reflexivo – voltado para a análise dos dados colhidos nos experimentos, revisando tudo antes de tomar decisões;
- Pragmático – são os que planejam os próximos passos da experiência, e costumam a pegar os resultados da parte positiva e colocar em prática na primeira oportunidade possível;
- Teórico – são os que tiram as conclusões finais dos experimentos, de uma forma lógica e coerente com as teorias já existentes.

### 3.6 O ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO DA FÍSICA

Partindo de uma definição simples da disciplina Física disposta em FNDE (2021) (do grego antigo: φύσις physis "natureza") é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos em seus aspectos mais gerais, analisa suas relações e propriedades, além de descrever e explicar a maior parte de suas consequências”, logo então, na física, torna-se de fundamental importância que os estudantes venham a entender e compreender o mundo que está ao seu redor e tudo acontece, e que, nos fundamentos básicos, os mesmos possam ser explicados, visto que nos princípios da Teoria da Aprendizagem de Ausubel, a mente humana possui uma estrutura organizada de seus conhecimentos e que esta mesma estrutura é tida como uma fonte de consulta quando novos conhecimentos são apresentados (Novak; Gowin, 1996).

Segundo o FNDE, um dos objetivos do Pacto Nacional para o Fortalecimento do Ensino Médio (BRASIL, 2014) é a utilização de meios que possam contribuir para esse letramento científico, em outras palavras, o ensino da física deve levar a uma organização e elaboração do conhecimento de forma que as conclusões possam ser retiradas das argumentações levantadas pelo próprio aluno, onde eles devem “*saber*” a utilizar as fórmulas baseando-se nas teorias e não simplesmente “*decorar*”.

Mas este processo que envolve muitas situações que precisam ser revista, como por exemplo a quantificação do conhecimento, principalmente o de que o aluno só é aprovado se obtiver determinado percentual de aproveitamento nas avaliações, o que leva o aluno a se preparar decorando os assuntos específicos para as avaliações, sendo que após realização das mesmas, estes conhecimentos são substituídos por outros pertinentes a novas avaliações, sendo que isso leva o estudante a descartar o que aprendeu porque precisa saber algo que naquele momento é mais importante, sendo que na matriz curricular da física, muitos conceitos já abordados são a base de novos conceitos, sendo este o princípio norteador do projeto do simulador, pois para poder utilizá-lo é ou seria interessante que os envolvidos já possuíssem um conhecimento prévio sobre:

- Movimento Uniforme – MU;
- Movimento Uniformemente Variados - MUV,
- Lançamento Vertical e/ou Queda Livre;
- Forças e Energias.

Sendo estes conceitos as premissas necessárias para os estudos das Leis de Newton, e para haver esta evolução de conceitos, os quais que possibilitem uma aprendizagem significativa do tema deve ser planejado de uma maneira que todas as atitudes possam reforçar a assimilação do conhecimento de uma forma clara e simples, sendo que o uso de atividades práticas vem como um facilitador deste objetivo, pois para Ausubel (1968) “*o fator isolado mais importante na aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos*”, e como o novo sempre causa medo, cabe aos educadores buscarem, em seus subsunçores, os conhecimentos já adquiridos e tentar mudar esta realidade.

Apresentadas as teorias e os estilos de aprendizagem existentes, onde o objetivo deste projeto é criar uma ferramenta de ensino-aprendizagem dos conceitos da Mecânica, a seguir serão abordados os conceitos da Cinemática e da Dinâmica.

#### 4. CONCEITOS DA FÍSICA ABORDADOS NA MECÂNICA

Dentro dos conceitos pertinentes a matriz curricular da Física que serão aplicados no desenvolvimento do produto educacional, os mesmos são pertinentes a Mecânica.

Considerando o fato de que há uma coletânea de conceitos físicos necessários para a compreensão da proposta elencada na presente dissertação, surge a necessidade de elencá-los e defini-los. A Física é uma das ciências mais antigas, que teve origem com pensamentos de filósofos ainda na Grécia Antiga. Embora o método científico tenha surgido apenas no século XII, os questionamentos sobre o funcionamento do mundo e do universo coincidem com a origem da humanidade.

Como a Física trata do estudo das interações entre matéria e energia, ela se divide em algumas áreas tradicionais para abranger os mais diversos tipos de fenômenos, onde serão abordados neste trabalho os tópicos da Mecânica, mais precisamente os dá:

- Cinemática, que estuda o movimento de um corpo, mas não se preocupa com as suas causas;
- Dinâmica: estuda o comportamento dos corpos e a ação das forças que produzem ou modificam os movimentos.

##### 4.1 POSIÇÃO, DESLOCAMENTO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

Para começar a trabalhar com os conhecimentos relativos à Física, inicialmente será abordado os relacionados à Cinemática. Em qualquer situação que envolva movimento, o corpo (que nada mais é do que uma porção limitada de matéria) que estiver se movendo irá realizar uma trajetória. A trajetória, em si, é um agrupamento de pontos que foram ocupados por um corpo, considerando um determinado referencial e um determinado intervalo de tempo, como pode ser visto na figura a seguir:

**Figura 6: Exemplo de uma Trajetória**



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/deslocamento-e-espaco-percorrido.htm>

A definição de um referencial é importante para o estudo dos movimentos, pois o ponto de observação do mesmo pode influenciar no resultado obtido. Se perguntarmos ao leitor se, nesse momento, ele está parado ou em movimento, ele provavelmente responderá que está parado. E ele está correto, em certo sentido, pois em relação à essa dissertação ele não está se movimentando. Porém, em relação ao Sol, ele está se movendo junto com a Terra ao redor da nossa estrela. Uma pessoa que joga uma caixa de dentro de um avião em direção ao solo irá vê-la se movendo em linha reta. Mas uma pessoa que vê o episódio do lado de fora irá ver a caixa se movimento em uma trajetória curvilínea.

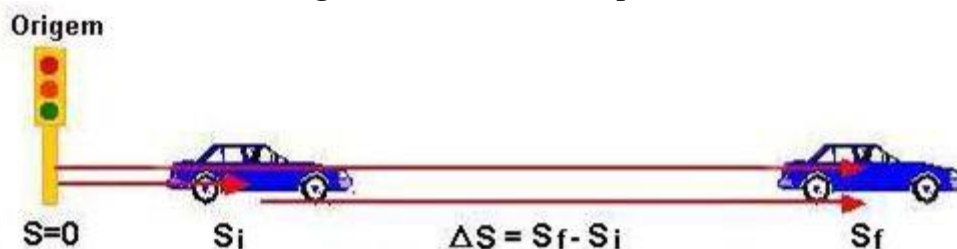
Para melhor definir um movimento, é necessário também definir qual a posição do corpo. Para tal, fazemos uso de um sistema de coordenadas e o localizamos a partir da distância entre o ponto de referência (em geral, a origem) e o ponto em que ele está. De praxe, convencionalmente é adotado para a direita como o sentido positivo das coordenadas e a esquerda como o sentido negativo.

Quando um corpo sai de uma posição  $x_1$  e vai para uma posição  $x_2$ , e visto que ele realizou um deslocamento  $\Delta x$ , cujo módulo é dado por

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad (1)$$

O deslocamento  $\Delta x$  se difere da distância percorrida  $d$  no sentido de que ele considera apenas as posições inicial e final do movimento, e não a quantidade de metros que realmente o corpo se locomoveu. Os dois podem ser iguais em trajetórias retilíneas sem inversão de sentido, onde o deslocamento é uma grandeza vetorial, que possui módulo, direção e sentido. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade padrão para o deslocamento é o metro (m).

**Figura 7: Variação de espaço.**



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/movimento-retilineo/>

Como o deslocamento acontece em um determinado intervalo de tempo  $\Delta t$ , é possível descrever esse movimento com base em uma nova grandeza: a velocidade, que indica a rapidez com que o corpo está se movendo. Dessa forma, o módulo da velocidade média  $\vec{v}_m$  é dada por



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}. \quad (2)$$

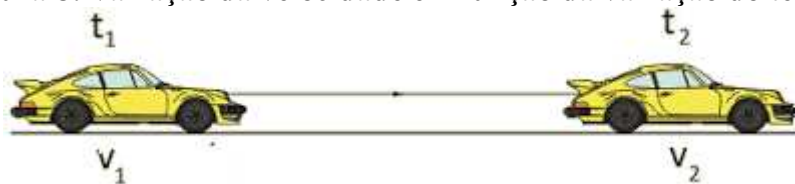
Assim como afirmam Halliday e Resnick (2008, p. 17), em um gráfico de  $x$  em função de  $t$ , a  $v_m$  será numericamente igual à inclinação da reta que liga dois pontos particulares da curva  $x(t)$ . Porém, em diversas situações, a medida da velocidade média não é muito útil, pois pode surgir a necessidade da definição da velocidade do corpo em um certo instante de tempo, e para o uso da velocidade instantânea  $v$ , que pode ser expressa em termos de limite e derivada:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}. \quad (3)$$

A unidade de medida de velocidade no SI é o metro por segundo (m/s).

Em situações que ocorre um aumento ou a redução da velocidade, como é representado na figura a seguir.

**Figura 8: Variação da velocidade em função da variação do tempo**



Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/aceleracao-escalar-media.htm>

É utilizada a grandeza vetorial definida como aceleração média  $a_m$  para descrevê-lo, cujo módulo é dado por:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}. \quad (4)$$

Da mesma forma, a aceleração instantânea  $a$  é dada por:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}. \quad (5)$$

A unidade de medida de aceleração no SI é o metro por segundo ao quadrado (m/s<sup>2</sup>).

Como a velocidade é dada pela derivada da posição em relação ao tempo, é possível determinar o deslocamento a partir da integral da velocidade em relação ao tempo:

$$\Delta x = \int_{t_1}^{t_2} \vec{v} dt, \quad (6)$$

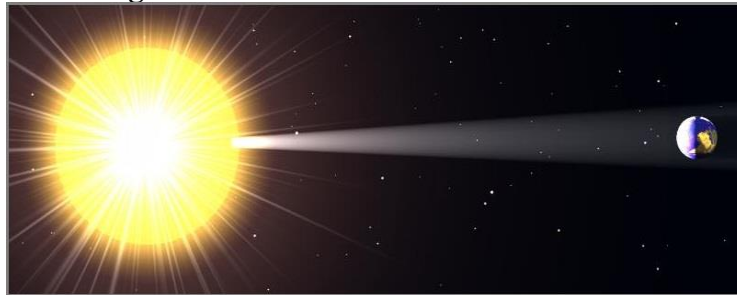
Da mesma forma, como a aceleração é dada pela derivada da velocidade em relação ao tempo, também é possível determinar a variação de velocidade a partir da integral da aceleração em relação ao tempo:

$$\Delta \vec{v} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{a} dt. \quad (7)$$

## 4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS

Um movimento que possui velocidade constante é considerado um movimento retilíneo uniforme (MRU), exemplo a luz.

**Figura 9 : O movimento uniforme da luz**



Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/fisica/velocidade-da-luz>

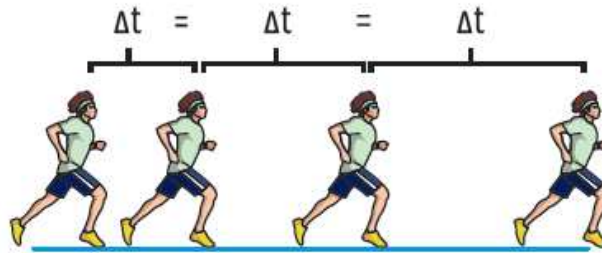
A luz é um exemplo clássico de MRU é a luz, que possui uma velocidade constante,  $c$ , no vácuo, igual a 299 792 458 m/s. Quando os vetores  $\vec{v}$  e  $\vec{x}$  apontam no mesmo sentido, o movimento é progressivo; quando eles apontam em sentidos contrários, o movimento é retrógrado.

Considerando a Equação 2 e fazendo as substituições  $\vec{v}_m = \vec{v}$ ,  $x_1 = x_0$ ,  $x_2 = x(t)$ ,  $t_1 = 0$  e  $t_2 = t$ , a mesma pode ser reescrita como:

$$x(t) = x_0 + \vec{v}t. \quad (8)$$

Nesse formato, a equação atua como uma função, sendo denominada função horária da posição no MRU. Como  $x(t)$  é uma função de primeiro grau, seu gráfico será uma reta crescente caso o movimento seja progressivo e uma reta decrescente caso seja retrógrado. Além disso, como a velocidade é constante no MRU, o gráfico de  $\vec{v}(t)$  é uma reta paralela ao eixo do tempo, porém quando um movimento que possui aceleração constante é considerado um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), como pode ser observado na figura 10, onde observa-se as diferentes variações de espaço em relação ao tempo.

**Figura 10: Variação da velocidade e do espaço devido a aceleração**



Fonte: <https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem/movimento-retilneo-uniformemente-variado/>

E quando os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{v}$  possuem o mesmo sentido, o movimento é acelerado; quando eles apontam em sentidos contrários, o movimento é retardado.

Considerando a Equação 4 e fazendo as substituições  $\vec{a}_m = \vec{a}$ ,  $\vec{v}_1 = \vec{v}_0$ ,  $\vec{v}_2 = \vec{v}(t)$ ,  $t_1 = 0$  e  $t_2 = t$ , a mesma pode ser reescrita como:

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t. \quad (9)$$

Nesse formato, a equação atua como uma função, sendo denominada função horária da velocidade. Como  $v(t)$  é uma função de primeiro grau, seu gráfico será uma reta crescente caso o movimento seja acelerado e uma reta decrescente caso seja retardado. Além disso, como a velocidade é constante no MRUV, o gráfico de  $\vec{a}(t)$  é uma reta paralela ao eixo do tempo.

De acordo com Young e Freedman (2008, p. 46), em um MRUV, “a velocidade média durante qualquer intervalo de tempo é simplesmente a média aritmética desde o início até o instante final”, logo:

$$\vec{v}_m = \frac{1}{2}(\vec{v}_0 + \vec{v}). \quad (10)$$

Substituindo as Equações 9 e 10 na Equação 8 tem-se:

$$x(t) = x_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2, \quad (11)$$

Que é denominada função horária da posição para o MRUV. Novamente, essa equação atua como uma função, denominada função horária da posição do MRUV. Como  $x(t)$  é uma função de segundo grau, seu gráfico será uma parábola com concavidade voltada para baixo.

Isolando  $t$  na Equação 9 e substituindo-a na Equação 11, chega-se a:

$$x(t) = x_0 + v_0 \left( \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\vec{a}} \right) + \frac{1}{2} \vec{a} \left( \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\vec{a}} \right)^2. \quad (12)$$

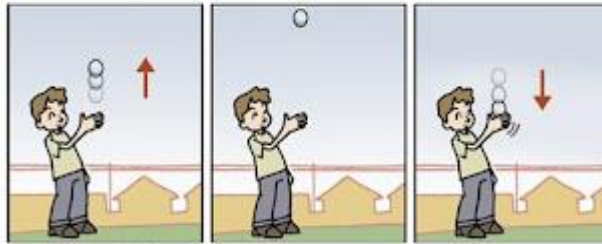
Fazendo as simplificações necessárias e isolando  $v$ , chegamos à expressão:

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2\vec{a}\Delta x, \quad (13)$$

Que é conhecida como equação de Torricelli e que foi desenvolvida pelo físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647).

Com isso, baseando-se nas equações 9, 11 e 13 são as equações cinemáticas para o Queda Livre.

**Figura 11: Lançamento vertical e queda livre**



Fonte: <https://descomplica.com.br/d/vs/aula/lancamento-vertical-e-queda-livre/>

De acordo com Nussenzveig (2013, p. 54), “o exemplo mais familiar de movimento retilíneo uniformemente variado é a queda livre de um corpo solto em repouso”, problema este analisado por Galileu Galilei (1564-1642). Segundo Young e Freedman (2008, p. 51), “Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) pensou (erroneamente) que objetos mais pesados caíam mais rapidamente do que objetos leves, com velocidades proporcionais aos respectivos pesos”. Galileu afirmou que a queda deveria acontecer com aceleração constante, independentemente do peso do objeto.

Diz a lenda que Galileu subiu no alto da torre de Pisa, localizada na cidade de Roma, Itália, para testar sua hipótese, deixando cair uma bala de canhão e uma bala de fuzil e verificando quem atingia o solo antes. Segundo Nussenzveig (2013, p. 56), “uma experiência desse tipo parece ter sido feita por Simon Stevin (1548-1620), um cientista holandês precursor de Galileu, que dela teria tido conhecimento”.

Diversos experimentos realizados no decorrer da História nos revelam que a presença da atmosfera pode interferir no tempo de queda de um objeto, pois ela fornece ao objeto uma força de resistência que retarda seu movimento. Na ausência de ar, objetos de massas muito diferentes caem ao mesmo tempo. Segundo Nussenzveig (2013, p. 56), “uma demonstração espetacular desse efeito foi realizada na Lua durante a expedição do Apolo 15, quando o seu comandante deixou cair ao mesmo tempo um martelo de 1,5 kg e uma pluma de 30 g”. Na maioria das situações, a resistência do ar é tão pequena que pode ser desprezada.

Embora a aceleração gravitacional, representada pela letra  $g$ , varie ligeiramente com a

latitude e com a altitude (HALLIDAY; RESNICK, 2008, p. 27), seu módulo é, em média, igual a  $9,8 \text{ m/s}^2$  aqui na Terra. Como os movimentos de queda livre e de lançamento vertical possuem aceleração constante, as Equações 9, 11 e 13 podem ser aplicadas. Algumas substituições podem vir a ser convenientes: como o movimento acontece na vertical, trocamos o eixo  $x$  pelo eixo  $y$ ; e, além disso, trocamos  $a$  por  $-g$ , já que o vetor  $\vec{g}$  é orientado verticalmente para baixo, logo:

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 - gt, \quad (14)$$

$$y(t) = y_0 + \vec{v}_0 t - \frac{1}{2}gt^2, \quad (15)$$

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 - 2g\Delta y. \quad (16)$$

Imagine um lançamento de um objeto verticalmente para cima. Desprezando os efeitos de resistência do ar, seu movimento terá aceleração constante e as Equações 14, 15 e 16 são aplicáveis. O objeto começa sua trajetória com uma determinada velocidade inicial  $v_0$ , positiva, que vai diminuindo devido à influência da gravidade, até chegar a zero, na altura máxima alcançada por ele. Logo após, o objeto começa a cair novamente, fazendo o módulo da velocidade aumentar novamente, embora seja negativa.

### 4.3 FORÇA

Mas para que um corpo desenvolva um movimento por uma trajetória com uma determinada velocidade e aceleração é de extrema importância que exista uma força atuando neste sistema.

Mas antes de se aprofundar no termo força, primeiramente deve-se saber o que é uma “força”, e para isso, o primeiro lugar que se busca as definições são os dicionários, onde, segundo o Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (1998), encontra-se as seguintes definições: “*Força: Qualquer ação capaz de produzir ou acelerar movimentos, oferecer resistência aos deslocamentos ou determinar deformações dos corpos*”.

Segundo Garotti (2022), existem quatro tipos de interações relacionadas as forças:

- A gravitacional – que produz forças de atração entre partículas materiais, descritas amplamente na gravitação universal e por Newton em suas leis;
- As eletromagnéticas de atração e repulsão, citadas nas equações de Maxwell,

como também na eletrostática, própria de cargas elétricas em repouso;

- A interação fraca são aquelas relacionadas aos processos de decaimento radiativo;
- Já a interação forte e que ocorre interior do núcleo atômico, em pequenas distâncias, e está ligada a estabilidade nuclear, pois é ela a responsável por manter o núcleo unido, evitando com isso, que o átomo seja destruído por suas próprias cargas.

Vale lembrar, segundo Halliday e Resnick (2018), que a força é uma grandeza vetorial, ou seja, a mesma possui um módulo, uma direção e um sentido porém, se os conceitos a respeito da força, não forem bem definidos, podem gerar um duplo sentido, onde as leis de Newton vem para definir “o que são” e “qual o comportamento” que está relacionado as forças.

#### 4.4 AS LEIS DE NEWTON

Uma das possíveis maneiras para a geração de movimento é mediante a aplicação de uma força. Segundo Halliday e Resnick (2013, p. 96), “a relação que existe entre uma força e a aceleração produzida por ela foi descoberta por Isaac Newton (1642-1727)”. Os princípios da Dinâmica podem ser “sintetizados em um conjunto de três afirmações claramente estabelecidas pela primeira vez por (...) Newton, que as publicou em 1687 em sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (‘Princípios Matemáticos da Filosofia Natural’)” (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 105).

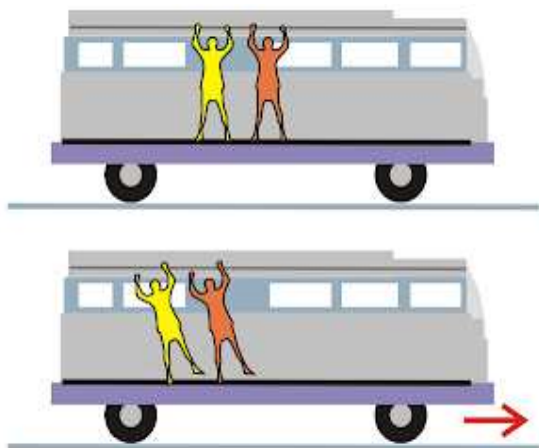
Halliday e Resnick (2008, p. 96) elencam que essas três afirmações ficaram conhecidas como Leis de Newton, e são responsáveis por nortear a Mecânica Clássica, também conhecida como Mecânica Newtoniana. Elas não podem ser aplicadas em situações envolvendo velocidades próximas à da luz ou corpos com dimensões subatômicas. Nesses casos, a teoria newtoniana deve ser substituída pela relatividade restrita einsteiniana e pela mecânica quântica, respectivamente.

A primeira lei de Newton, também conhecida como lei da inércia, afirma que “um corpo em repouso permanece em repouso a não ser que uma força externa atue sobre ele. Um corpo em movimento continua em movimento com rapidez constante e em linha reta a não ser que uma força externa atue sobre ele” (TIPLER; MOSCA, 2014, p. 94).

Esse enunciado possui uma série de aplicações no cotidiano, exemplo quando um veículo, como um carro ou um ônibus, freia de repente ou colide com alguma coisa, as pessoas que estão dentro dela são projetadas para a frente. Isso somente não irá acontecer se outra força interromper o movimento. Por isso, é de muita relevância a utilização do cinto de segurança.

Caso a pessoa esteja sem cinto, ela pode colidir com o para-brisa e até ser projetada para fora do veículo, se ferindo ainda mais.

**Figura 12: Primeira lei de Newton ou Princípio da Inércia**



Fonte: [https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-mecanica\\_5.html](https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-mecanica_5.html)

Se uma toalha for puxada rapidamente de uma mesa que está com diversos objetos em cima dela, é possível que nenhum deles caia devido à inércia, já que eles possuem a tendência de continuar parados. Dentro do ouvido humano existe uma estrutura chamada labirinto, que contém um líquido responsável pela nossa noção de equilíbrio, e quando uma pessoa é girada, a mesma fica tonta logo que para, onde isso é devido ao líquido que há no interior do labirinto, o qual continua girando, devido à sua inércia.

Entretanto, a lei da inércia pode parecer contra intuitiva para um leigo. Se chutarmos uma bola de futebol sobre o gramado, ela irá parar logo depois, e não irá manter sua velocidade constante para sempre. Entretanto, esse não é um caso em que a primeira lei de Newton possa ser aplicada, pois há uma outra força atuando sobre a bola: o atrito com o gramado, que desacelera seu movimento.

Vale ressaltar que a massa tem uma importante colaboração nesse enunciado, pois ela é uma medida quantitativa da inércia de um corpo. Ou seja, quanto mais massa um objeto tiver, maior será a sua tendência de permanecer em repouso ou em movimento, dependendo do seu estado inicial.

A segunda lei de Newton, também conhecida como Princípio Fundamental da Dinâmica, estabelece que as forças são capazes de provocar acelerações nos corpos, onde ao se aplicar uma sobre o objeto, o mesmo produzirá um movimento em que a aceleração é proporcional à massa. A força resultante é uma grandeza vetorial, portanto ela possui módulo, direção e sentido.

**Figura 13: Segunda lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica**



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/segunda-lei-de-newton/>

Matematicamente falando,

$$\vec{F}_r = m \cdot \vec{a} \quad (17)$$

onde  $\vec{F}_r$  é a força resultante atuante sobre o corpo, cuja unidade de medida é newton (N),  $m$  é a massa do corpo e  $\vec{a}$  é a aceleração. Como  $m$  e  $\vec{a}$  são grandezas inversamente proporcionais, quanto maior a massa do objeto, maior será a força necessária para provocar a mesma aceleração, o que condiz com a lei da inércia. Isso é notável ao considerarmos um carrinho de supermercado como exemplo. Se for aplicada uma força de 10 N nele quando ele estiver vazio, a aceleração gerada será grande. Porém, se aplicarmos a mesma força quando ele estiver cheio, a aceleração resultante será menor.

Quando há mais de uma força atuando sobre o objeto, podemos determinar a força resultante por meio da soma vetorial das forças, no qual devemos considerar a direção e o sentido em que elas atuam:

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n. \quad (18)$$

Se as forças atuam na mesma direção e no mesmo sentido, a força resultante é igual à soma algébrica das forças:

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (19)$$

Se as forças atuam na mesma direção e em sentidos contrários, a força resultante é igual à diferença entre as duas:

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \quad (20)$$



Se as forças atuam em direções diferentes, a força resultante é dada pela lei dos cossenos:

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1^2 + \vec{F}_2^2 + 2\vec{F}_1\vec{F}_2 \cos \theta, \quad (21)$$

onde  $\theta$  é o ângulo entre os dois vetores.

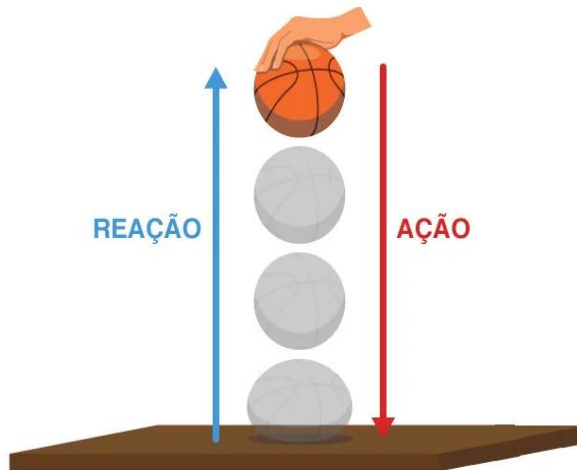
Segundo Halliday e Resnick (2008, p. 97), “uma única força com o módulo e a orientação da força resultante tem o mesmo efeito sobre um corpo que todas as forças agindo simultaneamente. Esse fato é chamado de princípio de superposição para forças”.

A terceira lei de Newton, também conhecida como lei da ação e reação, afirma que:

“Quando um corpo  $A$  exerce uma força sobre um corpo  $B$  (uma ‘ação’), então o corpo  $B$  exerce uma força sobre o corpo  $A$  (uma ‘reação’). Essas duas forças têm o mesmo módulo e a mesma direção, mas possuem sentidos contrários. Essas duas forças atuam em corpos diferentes” (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 121).

A figura a seguir representa bem a terceira lei de Newton.

**Figura 14: Terceira lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação**



Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/terceira-lei-newton.htm>

Matematicamente falando, tem-se que:

$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B. \quad (22)$$

Exemplo: uma dupla de patinadores de gelo, ao se empurrarem, irão se mover em sentidos opostos. Esse efeito é mais visível no gelo porque o atrito é muito pequeno, o que faz com que ele possa ser desprezado. Quando andamos, empurramos o chão para trás e o chão nos empurra para a frente. Caso estejamos em cima de um barco sobre a água, ele será visivelmente empurrado para trás.

De modo similar, uma maçã cai de uma árvore em direção ao solo devido ao fato de que a Terra exerce nela uma força de gravidade. Se o planeta exerce uma força na maçã, a maçã

também exerce uma força no planeta, de mesma intensidade. Evidentemente, a maçã não irá conseguir alterar a velocidade da Terra, pois sua massa é muito maior.

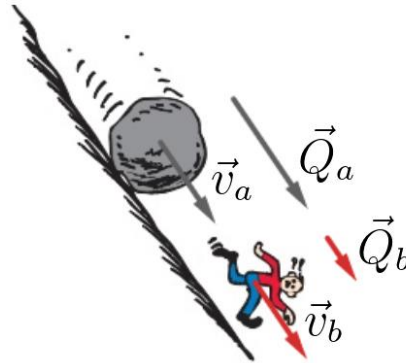
#### 4.5 MOMENTO LINEAR E SUA CONSERVAÇÃO

A Equação 17 não apresenta a formulação original da segunda lei desenvolvida por Newton. Na verdade, ele começou definindo o termo quantidade de movimento, também conhecido como momento linear  $\vec{p}$ , que depende da massa e da velocidade do objeto, ou seja:

$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (23)$$

Ou seja:

**Figura 15: Representação de um momento linear**



Fonte: <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/2-24>

E ao derivar o momento linear em relação ao tempo e considerando um sistema com a massa constante, logo:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}. \quad (24)$$

Comparando com a Equação 17, é possível chegar ao enunciado original da segunda lei de Newton:

$$\vec{F}_r = \frac{d\vec{p}}{dt}. \quad (25)$$

De acordo com Nussenzveig (2013, p. 98), “a variação do momento é proporcional à força impressa, e tem a direção da força. Ou seja: a força é a taxa de variação temporal do momento”.

Para um sistema composto por várias partículas, o momento linear total  $\vec{P}$  é igual à

soma vetorial dos momentos lineares  $\vec{p}$  de cada partícula:

$$\vec{P} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n. \quad (26)$$

Caso não tenhamos nenhuma força externa atuando sobre o sistema e o sistema seja fechado (ou seja, nenhuma partícula entra ou sai do sistema), então a taxa de variação do momento em relação ao tempo é igual ao zero. Logo,

$$\vec{P} = \text{constante} \rightarrow \vec{P}_i = \vec{P}_f. \quad (27)$$

Esta é a lei de conservação do momento linear. Se o somatório das forças externas atuando em um sistema for igual a zero, a sua velocidade permanecerá inalterada, assim como o seu momento linear. Em uma situação de colisão, o momento linear perdido por um objeto é de mesmo módulo, mas de sinal oposto ao que foi ganho por outro objeto. Dessa forma, a lei da conservação de momento linear implica na validade da primeira e da terceira leis de Newton.

#### 4.6 ENERGIA

Para Halliday e Resnick (2018), definir o termo energia é muito difícil devido a sua grande abrangência de suas interações, mas uma das definições mais clássicas de ser encontrada nas literaturas disponíveis, sejam elas livros, revistas, sites entre outras, é que “energia é a capacidade de um corpo de realizar trabalho”. Para Bunge (2000), na física, existem vários tipos de energia tipo a cinética, a elástica, a gravitacional, a térmica, a elétrica, a magnética, entre outras, pois os tipos de energia dependem dos processos físicos envolvidos, destacando-se para este trabalho, as energias cinéticas e potenciais.

**Figura 16: Energia cinética e da energia potencial juntas em um mesmo evento.**



Fonte: <https://www.oficinadanet.com.br/post/14640-o-que-e-energia-cinetica>

Onde:

- Energia Cinética: é a energia que está relacionada a massa de um corpo em

movimento;

- Energia Potencial: é a energia que está armazenada em um corpo e que depende da posição desse corpo.

#### 4.6.1 Energia Cinética

É a energia relacionada aos corpos em movimento. Para Hewitt (2015) “se você empurrar um objeto, o porá em movimento” logo, se o objeto está em movimento então ele está realizando um trabalho.

Halliday e Resnick (2018)t, cita em seu livro Fundamentos da Física, que a energia cinética  $K$  está relacionada com a massa do corpo envolvido e a velocidade desenvolvida pelo mesmo, a qual pode ser expressa por:

$$K = \frac{1}{2} m \cdot \vec{v}^2 \quad (28)$$

Ou seja, a energia cinética é resultante do produto entre a massa do corpo, a sua velocidade ao quadrado e a constante 1/2.

No SI a unidade de medida da energia cinética, bem como para qualquer tipo de energia é Joule (J), sendo que:

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^2 \quad (29)$$

#### 4.6.2 Energia Potencial

Segundo Hewitt (2015), um corpo pode armazenar energia onde o mesmo estiver colocado, o seja, em sua posição, sendo que esta energia está pronta para ser utilizada, sendo a mesma definida como Energia Potencial (U), visto que em seu estado de armazenagem ela está pronta para realizar um trabalho.

$$\Delta U = - W \quad (30)$$

Onde trabalho é representado por W, que significa que se o corpo sai de um ponto  $x_i$  e for para um  $x_f$  devido ao efeito de uma força  $F(x)$ , a variação da energia potencial pode ser expressa por:

$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} \vec{F}(x) dx. \quad (31)$$

A energia potencial pode estar relacionada a entre a ação da gravidade entre dois corpos, definida como Energia Potencial Gravitacional, expressa por:

$$\Delta U = mg(y_f - y_i) = mg\Delta y \quad (32)$$

Porém, se o ponto de referência for igual a zero ( $y_i = 0$ ), a energia potencial gravitacional é dada como  $U_i = 0$ , logo a energia potencial gravitacional  $U$  de um corpo em uma altura  $h$  é assim representada:

$$U(y) = mgy \quad (33)$$

Mas uma energia potencial também pode ser encontrada quando os corpos se encontrarem comprimidos e/ou estendidos, sendo nesta situação tem-se a energia potencial elástica, expressa por:

$$U(x) = \frac{1}{2}k \cdot x^2 \quad (34)$$

## 4.7 TRABALHO

Como citado no anteriormente, “energia é a capacidade de um corpo em realizar um trabalho” logo é necessário compreender o que é um trabalho. Para Halliday e Resnick (2018):

Trabalho ( $W$ ) é a energia transferida para um objeto ou de um objeto por meio de uma força que age sobre o objeto. Quando a energia é transferida para outro objeto, o trabalho é positivo, mas quando a energia transferida for para o objeto, logo o trabalho será negativo.

### 4.7.1 Trabalho e a energia cinética

Para Halliday e Resnick (2018), na segunda lei de Newton pode-se relacionar a força por meio da aceleração em um eixo  $x$ , então:

$$\vec{F}_x = m\vec{a}_x \quad (35)$$

Se há aceleração vai ocorrer um deslocamento  $\vec{d}$ , que fará a força mudar a velocidade inicial  $v_0$  para uma velocidade final  $v$ , que reescrevendo a equação 16 se terá:

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2\vec{a}_x d. \quad (36)$$

Explicitando  $a_x$ , e substituindo na equação 35 se terá:

$$\frac{1}{2}m \cdot \vec{v}^2 - \frac{1}{2}m \cdot \vec{v}_0^2 = \vec{F}_x d \quad (37)$$

Sabendo que a energia cinética  $K$  foi alterada devido a ação de uma força  $F$ , então o trabalho  $W$ , obtido pela transferência de energia em consequência da aplicação de uma força será:

$$W = \vec{F}_x d \quad (38)$$

#### 4.7.2 Trabalho e a energia potencial

Lembrando que a energia potencial se apresentada de duas formas, a gravitacional, que é expressa equação 32 e a elástica, que é apresentada na equação 34, onde primeiramente será abordada a energia potencial gravitacional.

Sendo o trabalho  $W_g$  realizado por uma força gravitacional  $\vec{F}_g$  em um corpo de massa  $m$  que sofre um deslocamento  $\vec{d}$  então:

$$W_g = mgd \cos\phi \quad (39)$$

Onde  $\phi$  é o ângulo entre  $\vec{F}_g$  e  $\vec{d}$ .

Sendo o trabalho  $W_g$  realizado por uma força que altera o comportamento de um objeto para cima ou para baixo, variando a energia cinética  $\Delta K$ , logo:

$$\Delta K = K_f - K_i = W_a + W_g \quad (40)$$

E se  $K_f$  foi igual a  $K$ , então:

E em:

$$W_a = -W_g \quad (41)$$

relação a energia potencial elástica, dada inicialmente pela Lei de Hooke:

$$\vec{F}_s = -k\vec{d} \quad (42)$$

E como a força exercida sobre uma mola é variável, logo:

$$W_s = \frac{1}{2}k \cdot x_i^2 - \frac{1}{2}k \cdot x_f^2 \quad (43)$$

E quando  $x_i = 0$  e  $x_f$  foi igual a  $x_i$ , a equação se reduz para:

$$W_s = -\frac{1}{2}k \cdot x^2 \quad (44)$$

#### 4.7 ENERGIA MECÂNICA

Em um sistema, quando uma partícula encontra-se em movimento, logo sua posição também está variando de acordo com o tempo, então a energia potencial envolvida também está variando. Sendo a energia potencial definida por  $U(x)$ , a energia cinética  $K$  de uma partícula somada com a energia potencial  $U(x)$ , fornece para a partícula a capacidade de produzir um trabalho, trabalho este denominado como Energia Mecânica ( $E$ ), logo:

$$E = K + U(x) \quad (45)$$

Em relação a variação:

$$\Delta E = \Delta K + \Delta U(x) \quad (46)$$

E onde atuem apenas as forças conservativas, então:

$$\Delta K = -\Delta U(x) \quad (45)$$

A energia potencial  $U(x)$  é uma forma de definir a energia armazenada que pode ser convertida em energia cinética. Para reforçar essa afirmativa com um exemplo de uma força conservativa de módulo  $F(x)$  agindo numa partícula de massa  $m$  que se move, deslocando-se da posição inicial  $x_0$  para a posição final  $x$ , onde:

$$\Delta U(x) = -\int_{x_i}^{x_f} \vec{F}(x) dx. \quad (47)$$

Ou pelo teorema fundamental de cálculo:

$$\vec{F}(x) = -\frac{dU(x)}{dx} \quad (48)$$

Essa equação mostra que a força conservativa é uma força derivada de uma energia potencial, sendo que a própria existência de uma força conservativa dependerá da existência de uma energia potencial na configuração do sistema.

E para finalizar esta revisão bibliográfica que servirá como base de apoio para o projeto do simulador, a seguir será abordado os conceitos sobre colisão, tópico principal deste projeto.

## 4.8 COLISÕES

Para Nussenzveig (2013) “uma colisão entre duas partículas é um processo em que uma é lançada contra a outra, podendo trocar energia e momento em consequência de sua interação”, já para Hewitt (2015), colisão, na física, entende-se como um processo de interação entre dois ou mais corpos, inicialmente livres, ou seja, não há interação entre eles, logo, como consequência de uma colisão, pode haver alterações no estado final dos corpos, tanto físico, tipo velocidade, bem como materiais, tipo alterações nos formatos dos corpos.

Os estudos relacionados as colisões são uma das aplicações mais importantes das leis de conservação de do momento linear, pois quando dois corpos colidem, eles permanecem em contato por um determinado tempo, onde os corpos ficam sujeitos a uma força que varia de acordo com o tempo que é aplicada. Essas forças atuam durante um intervalo curto de tempo, são conhecidas como forças impulsivas ( $I$ ).

Em uma colisão, onde uma força  $\vec{F}$  atua em do tempo, ou seja:

$$\vec{F} = \frac{dp}{dt} \quad (49)$$

Sendo que a colisão inicia no instante  $t_i$  e termina no instante  $t_f$ , sendo nula a força antes e depois da colisão, então o momento linear varia antes e depois da colisão, logo:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_{p_i}^{p_f} d\vec{p} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} dt = \vec{I} \quad (50)$$

A integral de uma força  $\vec{F}$  ao longo de um intervalo de tempo durante o qual ela atua é denominada de impulso  $\vec{I}$ , sendo que a variação do momento linear  $\Delta\vec{p}$  de um corpo sob ação de uma for a impulsiva é igual ao impulso  $\vec{I}$  (Halliday; Resnick, 1983).

Para compreender melhor o termo colisão, é importante citar que existem três tipos de colisões, a elástica, a inelástica e a perfeitamente inelásticas, os quais serão abordadas a seguir.

### 4.8.1 Colisão elástica

Uma colisão é denominada elástica quando ocorre conservação da energia e do momento linear dos corpos envolvidos, onde nesta colisão, a principal característica é de que após o choque, a velocidade das partículas muda de direção, mas a velocidade relativa entre os dois corpos se mantém a mesma.



**Figura 17: O jogo de sinuca é um exemplo clássico de colisão elástica, pois há variação de posição e velocidade sem alteração nos corpos envolvidos**



Fonte: <https://www.raciocinafisica.com.br/blog/ola-mundo.html>

Então, se em uma colisão de dois corpos de massas  $m_1$  e  $m_2$  com velocidades  $v_{1i}$  e  $v_{2i}$  antes do evento e  $v_{1f}$  e  $v_{2f}$  depois do ocorrido, logo:

$$\frac{1}{2}m_1 \cdot \vec{v}_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot \vec{v}_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1 \cdot \vec{v}_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot \vec{v}_{2f}^2 \quad (51)$$

Que simplificando tem-se:

$$m_1 \cdot (\vec{v}_{1f} - \vec{v}_{1i}) = m_2 \cdot (\vec{v}_{2f} - \vec{v}_{2i}) \quad (52)$$

#### 4.8.2 Colisão inelástica

Em uma colisão, quando não há a conservação da energia cinética, ela é definida como inelástica, logo a energia final será menor que a inicial, sendo que uma parte da inicial pode ser convertida em outro tipo de energia, como calor, deformação ou um trabalho, como é demonstrado na figura a seguir:

**Figura18: Uma colisão entre dois automóveis é considerada uma colisão inelástica**



Fonte: <https://www.raciocinafisica.com.br/blog/ola-mundo.html>

Também pode ocorrer que a energia cinética final exceda a inicial, onde uma certa quantidade energia potencial seja liberada durante a colisão, porém em ambos os casos, conservação do momento linear e da energia total são mantidas (Halliday; Resnick, 1983).

### 4.8.3 Colisão perfeitamente inelástica

Uma colisão é considerada perfeitamente inelástica quando os corpos envolvidos permanecem juntos após a colisão com uma determinada velocidade final  $\vec{v}_f$ , logo, usando somente o princípio da conservação do momento linear, um exemplo clássico são as colisões de veículos automotores com diferentes massas, como é demonstrado na figura a seguir:

**Figura 19: Colisão perfeitamente inelástica – carreta arrasta moto por mais de 30 km**



Fonte: <https://notisul.com.br/seguranca/moto-e-arrastada-por-carreta-por-mais-de-30km>

Logo:

$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = (m_1 + m_2) \vec{v}_f \quad (53)$$

Sendo que com esta equação pode-se determinar a velocidade final  $\vec{v}_f$  quando conhece-se as velocidades iniciais  $\vec{v}_{1i}$  e  $\vec{v}_{2i}$  (Halliday; Resnick, 1983).

Apresentadas as teorias e os conceitos que fundamentação esta projeto, a seguir será apresentada a metodologia de trabalho adotada para o desenvolvimento deste *Simulador de Impacto*.

## 5. METODOLOGIA DE ENSINO

A ideia para o desenvolvimento deste Simulador de Impacto, como já citado anteriormente, foi devido a um acidente motociclístico sofrido pelo próprio autor deste, onde o mesmo ao ver os danos ocorridos no capacete, não aceitava que os mesmos tivessem acontecidos (o capacete rachou no momento do acidente), sendo assim, está dúvida se perdurou por muitos anos, e conforme as argumentações apresentadas anteriormente sobre a *Aprendizagem Significativa*, que de acordo com Moreira:

“É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.” (MOREIRA, 2010, p. 2)

A seguir será apresentada a proposta de desenvolvimento *Simulador de Impacto*.

### 5.1 PRODUTO EDUCACIONAL: SIMULADOR DE IMPACTO

Pode-se dizer que é comum, na vida profissional dos profissional da educação, mais em específicos, os professores, e ainda mais em específico, os da disciplina de Física, escutar a expressão “*para que ou no que eu vou usar isso na minha vida?*”, ou similar, quando está ministrando os conteúdos em sala de aula. Segundo Pezzini; Szymanski (2007):

Dentre todas as dificuldades pelas quais passa a educação no Brasil, destaca-se, atualmente, um grande desinteresse por parte de muitos alunos, por qualquer atividade escolar. Frequentam as aulas por obrigação, sem, contudo, participar das atividades básicas. Ficam apáticos diante de qualquer iniciativa dos professores, que se confessam frustrados por não conseguirem atingir totalmente seus objetivos.

E perante esta situação lamentável em que a educação se encontra é que constantemente se busca alternativas para que a rotina de sala de aula torne-se atrativa aos olhos dos alunos, onde uma delas foi o desenvolvimento deste simulador de impacto, onde o fato motivador para o desenvolvimento deste projeto foi que, em maio de 2005, o autor deste produto educacional sofreu um acidente motociclísticos, e ao analisar os efeitos desta colisão, foi verificado que o capacete que o autor usava havia rachado, o que gerou a seguinte indagação: “*como um capacete tão caro (na época foi pago R\$ 390,00) racha em um acidente?*”(fonte: o Autor).

Ao buscar uma explicação para o ocorrido, foi que o autor acabou se deparando com fórmulas de cálculos que envolviam velocidades, forças, energias e principalmente a Dinâmica dos Movimentos e as Leis de Newton, sendo que o mesmo, ao verificar está situação, acabou

utilizando este fato ocorrido como fator motivador em suas aulas, e sempre colhendo muitos plausíveis em relação a questão ensino-aprendizagem.

E com base nos conceitos da Aprendizagem Significativa de Ausubel, bem como a visão do psiquiatra norte-americano Willian Glasser (2022), “*um indivíduo aprendem muito mais vendo e fazendo do que apenas lendo*”, foi que motivou o autor a desenvolver uma forma de representar o que ocorreu em seu acidente e correlacioná-lo com as suas aulas de Física, onde foi que surgiu a ideia do Simulado de Impacto, sendo que o projeto detalhado de sua construção encontra-se no APENDICÊ deste, o qual tem como objetivos:

## 5.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um simulador de impacto, de baixo custo, que possa ser utilizado como ferramenta de ensino-aprendizagem nos estudos da Mecânica, mas especificamente nos conceitos da Cinemática e da Dinâmica.

## 5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver um simulador de impacto, de fácil montagem e transporte, o qual possa ser utilizado durante a realização das aulas didáticas;

Buscar conciliar a teoria com a prática em sala de aula;

Proporcionar a inteiração dos membros envolvidos, alunos e professores, com o intuito de tecer as melhores considerações possíveis com relação aos eventos demonstrados;

Exemplificar como a teoria apresentada em sala de aula e nos livros didáticos estão presentes no dia a dia, de uma forma simples e clara.

## 5.4 MONTAGEM DO SIMULADOR DE IMPACTO

A montagem deste simulador foi dividida em duas etapas, a escolha dos materiais que serão utilizados e o projeto.

Na escolha dos materiais para montagem do simulador foi baseada nos seguintes critérios:

- Serem de fácil aquisição, afinal como pode ser observado na lista de materiais, os itens utilizados são empregados na construção civil;
- Possuírem um baixo custo (aqui foi optado por tubos e conexões de esgoto, por

serem baratas que os similares para água);

- A facilidade em trabalhar com os referidos materiais.

Para a montagem de um simulador de impacto foram utilizados os seguintes materiais:

- Tubo de PVC de 50 mm (esgoto);
- Tudo de PVC de 40 mm (esgoto);
- Cap de Esgoto de 50 mm (esgoto);
- Cap de Esgoto de 40 mm (esgoto);
- Fio de nylon;
- Suporte de apoio do simulador, de madeira ou outro tipo de material similar;
- Abraçadeiras, feitas de tubo de PVC para água, de 50 mm;
- Cola instantânea;
- Parafusos e ferramentas apropriados ao processo de montagem.

Todas as etapas de montagem do Simulador de Impacto e dos corpos de impacto e de provas estão dispostas no Apêndice A deste, intitulado Produto Educacional – Simulador de Impacto, os quais estão representados na Figura 5.

**Figura 20: Produto Educacional: Simulador de Impacto**



Fonte: O Autor

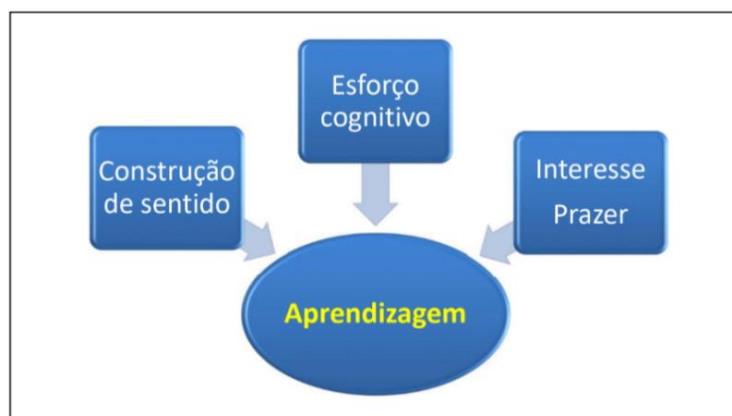
Etapa de desenvolvimento concluída, no próximo capítulo serão apresentadas as metodologias de intervenção em sala de aula.

## 6. METODOLOGIA DE TRABALHO

Dentro dos propósitos iniciais, que era de desenvolver um produto educacional que poderia ser utilizado como uma ferramenta de ensino-aprendizagem no ensino da Cinemática e da Dinâmica, e com o produto educacional desenvolvido, o próximo passo foi a sua aplicação em sala de aula, atividade esta que foi desenvolvida em cinco escolas, sendo quatro da rede estadual e uma do ensino privado nos anos de 2021 e 2022, com diferentes formas de aplicação, buscando com isso a maior aplicação e aceitabilidade, por parte dos alunos, do produto apresentado, não podendo deixar de citar que as atividades realizadas em 2021 foram adaptadas ao Plano de Contingência da COVID-19 da Secretaria de Educação de Santa Catarina (disponível em <<https://www.sed.sc.gov.br/professores-e-gestores/30719-diretrizes-para-retorno-as-aulas#>>>).

Desde a primeira aplicação, em junho de 2021, diversos modelos de roteiros de atividades foram desenvolvidos, sendo que desde o início procurou-se aliar a teoria com a prática, onde desde o começo houve alguns entraves nas dinâmicas onde, para resolvê-los, foi necessário um replanejamento constante na metodologia a ser aplicada, onde em uma palestra com o professor doutor em educação Júlio Furtado, proferida para os professores do município de Forquilha, SC, a *Aprendizagem* é um processo que envolve a *Construção de Sentido* do que se está apresentando/aprendendo, o que deverá servir como combustível para alimentar a máquina que produzirá o *Esforço Cognitivo*, com o qual fará despertar o *Interesse e o Prazer* do aluno em querer aprender o que lhe está sendo oferecido e que este sistema funcionando perfeitamente é que se chegará a uma aprendizagem completa na sua totalidade.

**Figura 21: A processo da aprendizagem**



Fonte: Furtado, 2022

Segundo o professor Júlio Furtado, em palestra proferida para os professores do município de Forquilha, SC, a *Aprendizagem* é um processo em que a *Construção de Sentido*

do que se está apresentando/aprendendo serve como um combustível para alimentar o *Esforço Cognitivo* que fará despertar o *Interesse e o Prazer* do aluno em querer aprender o que lhe está sendo oferecido.

E foi com base nesta linha de raciocínio que foram desenvolvidas as sequências didáticas que foram utilizadas em sala de aula, as quais estão dispostas no Apêndice B deste documento, onde o maior objetivo era a aprendizagem significativa dos conceitos já visto em sala de aula e que estão presentes no cotidiano das pessoas.

Dentro dos propósitos iniciais, que era de desenvolver um produto educacional que poderia ser utilizado como uma ferramenta de ensino-aprendizagem dos conceitos da Mecânica, mais especificamente a Cinemática e da Dinâmica, agora já com o produto educacional desenvolvido, o próximo passo foi a sua aplicação em sala de aula, atividades estas que foram desenvolvidas em cinco escolas, sendo delas, quatro da rede estadual e uma da rede privada, entre os anos de 2021 e 2022, onde foram utilizadas diferentes formas de aplicação, buscando com isso a maior aplicação e aceitabilidade, por parte dos alunos, do produto apresentado, não podendo deixar de citar que as atividades realizadas em 2021 foram adaptadas ao Plano de Contingência da COVID-19 da Secretaria de Educação de Santa Catarina (disponível em <<https://www.sed.sc.gov.br/professores-e-gestores/30719-diretrizes-para-retorno-as-aulas#>>>).

Desde a primeira aplicação, em junho de 2021, diversos modelos de roteiros de atividades foram elaborados, onde procurou-se alinhar a sua aplicação didática com o conteúdo teórico trabalhado durante as aulas, conteúdos estes que estão demonstrados na Figura 9, a seguir.

**Figura 22: Linha do tempo – Conteúdos já ministrados na disciplina de Física**



Fonte: O Autor

E, claro que não se pode deixar de citar que estas atividades foram planejadas tendo como fator norteador, os conceitos apresentados sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, onde a própria BNCC (2023) cita que:

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios, em uma situação relevante para o estudante, proposta pelo professor. Nesse processo, o estudante amplia e atualiza a informação anterior, atribuindo novos significados a seus conhecimentos.

Sendo que, desde o início das aplicações do produto educacional em sala de aula, procurou-se aliar a teoria com a prática, onde ocorrem problemas no rendimento esperado para

as dinâmicas onde, para resolvê-los, o processo de replanejamento foi constante na metodologia a ser aplicada, pois é sabido que dentro de uma sala de aula temos alunos com afinidades diferentes as áreas do conhecimento, visto que é nítido que há alunos que se adequam mais a área das linguagens, outros para as ciências humanas e que possuem aptidão maior as ciências da natureza e a matemática (visto que a matemática é uma ferramenta muito utilizada para demonstrar os conceitos abordados nas disciplinas que englobam a ciências da natureza, citam-se elas, a biologia, a química e a física), ou seja, havia um público muito grande para satisfazer, pois como foi citado por Lorenzoni et al, em 2012, “...em relação às matérias que os alunos menos se interessam, 32% disseram ser a física...” e esta situação não poderia ser ignorada.

### 6.1 ATIVIDADES COM O SIMULADOR DE IMPACTO NO ANO LETIVO DE 2021

No ano letivo de 2021 foram realizadas as primeiras aplicações do produto educacional em sala de aula foram feitas com a turma do 1º ano do ensino médio do Colégio Sagrada Família, que na matriz curricular adotada neste ano letivo, o estudo das leis de Newton não era previsto, sendo assim, as atividades didáticas com o simulador foram mais de demonstração de como o conhecimento da física pode ser aplicado em situações cotidianas e as turmas 1001 e 1002 da EEB Vítório Búrigo, em 2021 (ainda sob os efeitos da pandemia do coronavírus), as atividades foram desenvolvidas no formato de aula prática de laboratório e como resultado esperado, se esperaria receber um relatório descrevendo as atividades desenvolvidas, ou seja, bem de acordo com o proposto pela teoria de aprendizagem significativa, professor vem com o fator motivador, ou seja, o capacete que se rompe-o ao sofrer um impacto, e lança o desafio: “*como os alunos explicariam as rachaduras que ocorrem no capacete*”, isto no formato de uma mesa redonda, mantendo os padrões de distanciamento entre alunos e entre professor e alunos impostos pelas pandemia, onde as colocações que mais foram feitas foi de que:

- O capacete não era tão bom como se dizia;
- Foi por causa de como o capacete bateu no chão;
- O capacete veio com falha de fabricação.

Estas são apenas exemplos das muitas colocações que foram ouvidas, mas em momento algum pensou-se em aliar o ocorrido aos conteúdos estudados na física. Sendo assim, as atividades seguintes foram os ensaios no simulador, mas para isso eles precisariam calcular a velocidade do corpo de impacto em queda livre e verificar as avarias que ocorrerem nos corpos de prova devido as forças impostas no mesmo, e com esta ação o estudante amplia e atualiza a informação anterior, atribuindo novos significados e para finalizar, deveriam entregar um



relatório sobre as atividades desenvolvidas.

A luz de quem olha, as atividades desenvolvidas com o simulador foram maravilhosas, mas os resultados esperados, ou seja, a construção do conhecimento com a elaboração do relatório de atividades práticas, durante o planejamento não foram os obtidos, e isto pode ser devido a vários fatores, entre eles:

- Ainda estávamos em tempos de pandemia, logo os alunos não poderiam fazer atividades em grupo (distanciamento exigido pelas normas de retorno as aulas presenciais);
- As aulas presenciais eram de 15 em 15 dias, ou seja, para cumprir o planejado eram necessárias 10 aulas, sendo assim, foram mais de 2 meses para realização das atividades propostas;
- Para finalizar, o alto número de alunos que faltavam as aulas devido aos efeitos da pandemia, e como consequência ocorria a perda dos conteúdos trabalhados (vale lembrar que *uma falta representava 4 semanas sem aula*).

E ao analisar os resultados, verificou-se que ocorreram falhas no processo de ensino-aprendizagem, que interferiram nos resultados esperados dentro dos princípios da teoria da aprendizagem significativa, falhas estas que foram devidas, em primeiro momento, devido à falta de envolvimento necessário para o desenvolvimento de uma boa dinâmica, envolvimento este entre aluno com aluno e aluno com professor, pois haviam restrições em relação a pandemia que deviam ser respeitadas, o que não interferiu na realização dos ensaios.

Agora, com relação aos ensaios, ao ver o fascínio em que os alunos realizavam as atividades foi gratificante, pois para eles o mais gostoso era utilizar o corpo impactado de maior massa e a maior altura de lançamento e depois do ensaio, olhar o corpo de prova de dizer “*esse morreu*” mas ao serem indagados para explicar o que acontecia, dentro dos conceitos trabalhados nas aulas de física, as colocações não eram muito concisas pois tentavam explicar com suas próprias palavras que em certos momentos não eram de acordo com a teoria.

Nesta primeira intervenção pretendia-se fazer o fechamento das atividades com a entrega de um artigo nas normas da NBR 6023, mas que devido à falta de tempo para ser trabalhar os critérios de como fazer este artigo, o mesmo não foi cobrado, pois para conhecimento de todos, as atividades foram iniciadas em setembro de 2021.

Ao final desta primeira intervenção, analisando os fatos que foram expostos e em consenso entre o autor e o orientador, que seria interessante aplicar novamente produto educacional no ano letivo de 2022, pois algumas etapas não foram feitas, o que representa perda de informações relativas a aplicabilidade do produto.

## 6.2 ATIVIDADES COM O SIMULADOR DE IMPACTO NO ANO LETIVO DE 2022

No ano letivo de 2022, o produto educacional foi aplicado nas turmas do 1º ano do ensino médio do Colégio Sagrada Família e nas turmas 1004 e 1005 da EEB Luiz Tramontin da cidade de Forquilha/SC e nas 1001 e 1002 da EEB Vitório Búrigo do município de Morro da Fumaça, ambas de Santa Catarina.

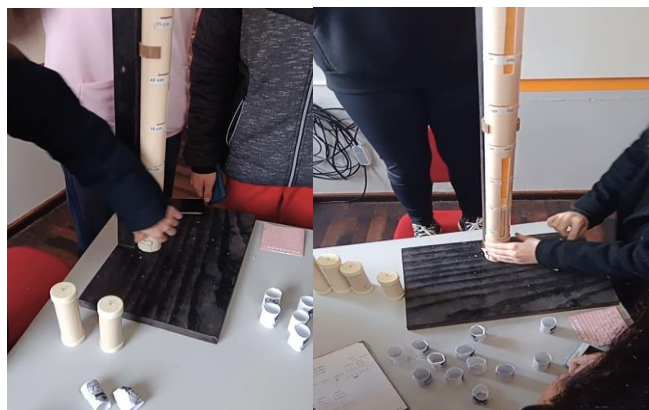
É interessante lembrar que, para a aplicação do produto educacional, torna-se necessário o conhecimento prévio dos conteúdos que serão trabalhados, ou seja, os conteúdos didáticos que foram apresentados na Figura 9, sendo assim, as atividades práticas com o simulador ocorreram somente de julho em diante, sendo que em 2022, não havia mais restrições em relação a pandemia do coronavírus.

A primeira intervenção foi no Colégio Sagrada Família, com a turma do 1º ano, onde foi elaborado o plano de aula no formato de relatório de experimento, onde deveria ser feito um relato detalhado do experimento científico realizado em laboratório, sendo que as atividades estariam voltadas a verificação na prática das Leis de Newton, planejamento este que está detalhado junto ao produto educacional, em Apêndice a este relato, mas de uma forma reduzida, as atividades propostas estavam dispostas em:

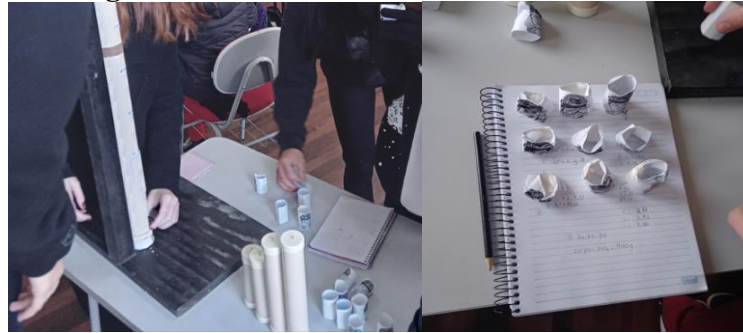
- Formar equipes com 3 alunos;
- Escolher 3 alturas de lançamento do corpo de impacto;
- Calcular a velocidade no momento do impacto;
- Escolher 3 corpos de prova que serão submetidos aos impactos;
- Anotação dos eventos para a construção do relatório.

Nas imagens a seguir, são apresentados a realização dos ensaios (Figura 10) e registro dos resultados (Figura 11).

### **Figura 23 – Realizações dos ensaios com o uso do Simulador de Impacto**



Fonte: O Autor

**Figura 24 – Registros dos ensaios realizados no Simulador de Impacto**




Fonte: O Autor

Para lembrar, um dos princípios da aprendizagem significativa é ampliar e reconfigurar ideias existentes na estrutura mental do indivíduo, onde com isso seria o mesmo seria capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (Fernandes, 2011), e como os ensaios já foram realizados, o passo seguinte seria comparar os resultados obtidos com as teorias existentes, trançando ao final, as considerações a respeito dos eventos realizados.

Na Figura 12 estão dispostos os são registros de dados referentes aos ensaios retirados dos relatórios entregues.

**Figura 25 – Tabelas de dados referentes aos ensaios extraídas dos relatórios.**

Lançamento 1- 100g

Equipamento	Velocidade	Força	Aceleração	Corpo de prova	Experimento	Velocidade	Força	Aceleração
Peso de 100g / 10 cm de queda	1,40 m/s	0,9 N	9,81 m/s <sup>2</sup>		300g 1 = 90	7,26 m/s	0,48N	9,81 m/s <sup>2</sup>
Peso de 100g / 50 cm de queda	3,13 m/s	2,0 N	9,81 m/s <sup>2</sup>		30cm 2 = 120	10,29 m/s	0,66N	9,81 m/s <sup>2</sup>
Peso de 100g / 100 cm de queda	4,42 m/s	2,9 N	9,81 m/s <sup>2</sup>		60cm 3 = 180	12,6 m/s	0,84N	9,81 m/s <sup>2</sup>
					90cm			

Fonte: o Autor

E como o formato do relatório era no formato de artigo, modelo da NBR N° 6023, onde umas das partes é a Análise de Resultados, as equipes deveriam fazer as suas considerações a respeito do que foi visto nos ensaios e compará-los com os conceitos estudados em sala de aula, onde nas figuras 26, 27 e 28, demonstram as dispostas as considerações feitas pelas equipes.

**Figura 26 – Considerações produzidas pela Equipe 1**

Todas as três leis de Newton foram postas em prática, sendo a primeira (lei da inércia) realizada quando o corpo que estava em movimento entrou em contanto com uma força externa que o parou. A segunda (princípio da dinâmica) na análise de resultados para que a força fosse calculada. E a terceira (ação e reação) em todas as etapas, sendo que ao soltar o corpo de impacto de determinadas alturas, os corpos de prova afetarão o mesmo com a mesma força que eles foram afetado, jogando o corpo para cima.

Fonte: O autor

### **Figura 27 – Considerações produzidas pela Equipe 2**

Percebemos que os corpos de prova de “180” foram mais resistentes aos impactos, pois era mais grossos. Podemos colocar este quesito na vida real por meio dos capacetes onde um capacete mais barato e fino não suportaria um impacto tão grande como um capacete de qualidade e de marca. O experimento com o simulador, serviu para os alunos verem na prática a Segunda Lei de Newton. Sendo assim foi possível observar a definição de queda livre, velocidade e inércia do corpo usado no experimento juntamente com a explicação. A explicação do experimento foi vista juntamente com a explicação teórica e seus resultados. Observando a influência da altura que foi lançado e gramatura da folha.

Fonte: O autor

### **Figura 28 – Considerações produzidas pela Equipe 3**

Contudo concluímos que, quanto maior a força aplicada em um corpo frágil mais danificado ele ficará. Podemos aplicar essa afirmação no caso de um acidente por exemplo, quanto mais resistente um capacete ser, menor a chance de rachar.

Fonte: O autor

Agora, sabendo que, segundo Ausubel (1973), a aprendizagem significativa é o “processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do estudante, de modo que o conhecimento prévio do educando interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado” e fazendo uma análise das considerações feita pelos alunos, as quais foram expostas nas Figuras 13, 14 e 15, nota-se que a modo com que os alunos traçaram as suas considerações foi muito ampla, e isso pode ter sido ocasionada por não haver, na metodologia de trabalho, um delineamento prévio do que realmente gostaria que fosse abordado, o que proporcionou ao aluno expressar as suas considerações conforme seu entendimento gerando assim a sua opinião em relação ao evento.

As considerações realizadas pelos alunos estavam de acordo com o proposto, onde pode ser visualizado que uma opinião foi contextualizada, o que demonstra que ocorreu uma evolução na aprendizagem dos envolvidos, não como o autor esperava, mas de acordo com os princípios da aprendizagem significativa, pois segundo Moreira (2010) “os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva”, os mesmos poderiam ter sido mais significativos e abrangentes, com um aprofundamento maior nas causas e efeitos abordados na fase experimental, e diante desta situação encontrada, uma nova escolha deveria ser feita:

Aguardar as aplicações desta mesma metodologia em outras turmas, podendo se deparar com resultados similares aos já apresentados (mesmo já sabendo que esta dinâmica apresentou falhas nas aplicações realizadas em 2021) ou mudar o planejamento e esperar por novos resultados de acordo com o esperado?

E foi que, mediante a análise dos resultados já obtidos, e buscando por formas de aprendizagem adequadas as atividades propostas com o simulador de impacto, é que buscou-se outras alternativas de planejamento de atividades, optando-se pelo formato de *Lista de Exercícios*, que para Noé (2023), a “é uma das várias ferramentas de ensino utilizadas pelo professor, que se destaca como uma das principais formas de fixação e aplicação dos conteúdos estudados”, sendo que inicialmente os conceitos são expostos pelo professor e posteriormente praticados pelos alunos.

Vale ressaltar que durante a realização dos ensaios de impacto foi identificado a existência de outras forças envolvidas e não somente a que é resultante da massa vezes aceleração, a qual está representa na Figura 24, e lembrando que o objetivo inicial destes estudos era o de tecer uma explicação plausível, com base nos conceitos da física, sobre a ruptura do capacete, que foi apresentado na Figura 1, onde também não pode ser esquecido que outro objetivo deste trabalho é atrair a atenção dos alunos nas aulas, sendo que para isso as mesmas devem ser torná-las mais atrativas aos olhos de quem está assistindo.

E neste replanejamento optou-se em elaborar um Lista de Exercícios com o objetivo de explicar, com base em números, a situação-problema que levou ao desenvolvimento deste projeto, então notou-se que durante a elaboração desta lista de exercícios, a qual foi baseada nos conteúdos já ministrados na disciplina, apresentados na Figura 9, as variáveis:

- Velocidade de impacto;
- Força-Peso;
- Energia Cinética;
- Energia Potencial Gravitacional;
- E a Energia Mecânica.

Todas estas estão presentes em um evento de colisão, e como o objetivo principal do simulador é trazer para dentro da sala de aulas situações condicentes com o que acontece na realidade do nosso cotidiano representadas nos ensaios realizados com o simulador, então, sendo eles pertinentes aos estudos, porque não trabalha-los juntamente com os experimentos, demonstrando a aplicabilidade da teoria na prática, nunca esquecendo que no processo de aprendizagem significativa, deve-se presumir que o elemento possua um conhecimento prévio a fim de poder interagir frente a determinadas situações, foi onde pensou-se que inicialmente deveria ser apresentado algo corriqueiro do dia a dia dos alunos, e como os estudos estão voltados para as forças envolvidas em um impacto, porque não iniciar as atividades com a exposição de imagens de colisões de veículos automotores.

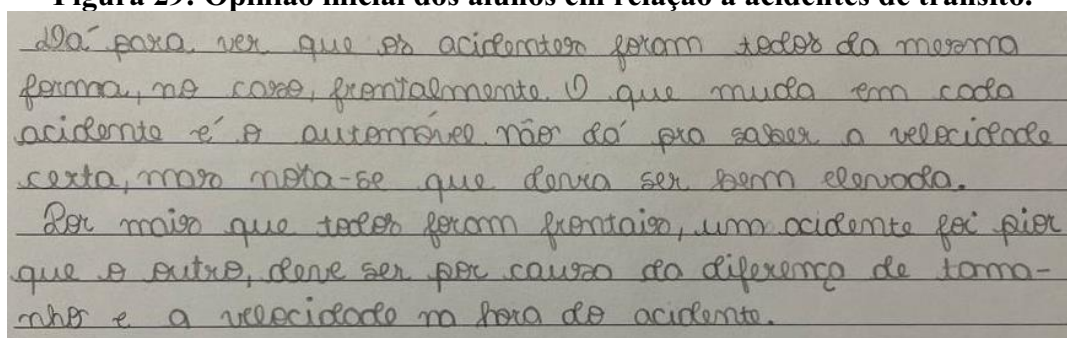
Este planejamento, no formato de lista de exercícios, ficou assim disposto:

- Análise de imagens de colisão de veículos automotores;
- Ensaio no simulador;
- Resolução da lista de exercícios sobre as variáveis envolvidas em um impacto;
- Considerações finais fazendo correlação das forças envolvidas e seus efeitos, com base nos resultados visuais dispostos nos corpos de prova.

Como pode ser observado, neste planejamento pretendeu-se restringir a abrangência com que os resultados seriam apresentados, e que os mesmos seriam apresentados conforme foram trabalhados em sala de aula, onde ao final pretendia-se que os envolvidos pudessem formalizar uma opinião coerente com o que diz a teoria.

Agora analisando as ponderações feitas pelos alunos, primeiramente em relação a análise de imagens de colisão de veículos, onde as explicações foram feitas com boa argumentação, como pode ser vista na Figura 30.

**Figura 29: Opinião inicial dos alunos em relação a acidentes de trânsito.**



Fonte: O Autor

Como pode ser notado, foi argumentado que os efeitos sofridos pelos corpos foram ocasionados por uma variável que pode ser medida nos ensaios, neste caso, a velocidade.

E como uma opinião prévia formada, passou-se para a realização dos ensaios no simulador, onde foi vista a mesma motivação apresentada nas outras intervenções, ou seja, com gosto que os alunos têm em realizar as práticas.

Ensaio feito, chegou a hora da resolução da lista de exercícios sobre as variáveis envolvidas em um impacto, cujo objetivo era o de ajudar a compreender os efeitos sofridos por um corpo em uma colisão, foram ouvidas as seguintes frases: “ai, contas, que saco”, “tava tão bom, mas tinha que ter conta para resolver”, “porque a física tem tanta conta?”, ou seja, o brilho nos olhos que foi visto durante a realização os ensaios simplesmente foi embora e o que passou a ver foi alunos resolvendo atividades por obrigação, cuja colocação expostas por eles era: “só vou fazer porque vale nota, nunca vou usar isso na minha vida”.

E para finalizar as atividades deste planejamento, os alunos deveriam expor as suas considerações em relação aos efeitos da colisão entre corpos, onde teve aluno que nem sequer devolveu a folha de atividades. Vale ressaltar que as atividades foram entregues uma por vez, isso com o intuito de não se torna maçante, mesmo assim, não foi tão bem recebida como se esperava.

E perante esta situação encontrada é interessante neste momento citar os resultados da prova *do* Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) 2021, a qual mostra que somente 5% dos estudantes do Ensino Médio da rede pública têm aprendizado considerado adequado em matemática, onde em 2019, eram 7% (Mallmann, 2023), o que pode ser diretamente correlacionado com a postura demonstrada durante a resolução das atividades.

Agora, com mais um planejamento elaborado e aplicado, cabe agora avaliá-lo perante o que predispõem a aprendizagem significativa, onde o uma situação foi inicialmente exposta, analisada e confrontada com o conhecimento já adquirido mediante a formação de opinião própria, situação está posteriormente simulada em laboratório com o objetivo de uma melhor compreensão dos efeitos ocorridos, principalmente porque os mesmos poderiam ser identificados, medidos e calculados, tudo isso com o intuito de uma nova formação de opinião em relação ao mesmo evento previamente já analisado. Todas estas etapas foram desenvolvidas mediante as premissas da aprendizagem significativa, mas como é citado por Pezzini; Szymanski (2007):

Dentre todas as dificuldades pelas quais passa a educação no Brasil, destaca-se, atualmente, um grande desinteresse por parte de muitos alunos, por qualquer atividade escolar. Frequentam as aulas por obrigação, sem, contudo, participar das atividades básicas. Ficam apáticos diante de qualquer iniciativa dos professores, que se confessam frustrados por não conseguirem atingir totalmente seus objetivos.

Sendo assim, dentro do proposto ocorreu uma evolução na aquisição do conhecimento, porém, como ocorreu no evento anterior, por fatores não condicentes as atividades e sim com o formato delas, os resultados podem ser significativos e abrangentes perante a teoria aplicada.

E com o que foi identificado neste evento novamente voltou-se ao planejamento de atividades, olhando pelo retrovisor o que já foi produzido, revisá-lo, buscando com isso elencar o que foi favorável buscando o aperfeiçoamento dos próximos, sendo que numa breve análise dos planejamentos anteriores tem-se:

Formato de relatório de experimento: teve boa aceitação por parte dos alunos, porém a forma que os resultados deveriam ser apresentados era muito ampla;

Formato de resolução de exercícios: em relação a parte argumentativa inicial e realização dos ensaios foi muito bem recebido, mas quando passou-se para calcular as variáveis



envolvidas, o gosto pela atividade bem como a sua finalização perdeu o brilho visto inicialmente.

E, quando estas situações são confrontadas com as definições que integram a teoria da aprendizagem significativa, é visto que as mesmas podem ser melhoradas, pois no primeiro planejamento os alunos souberam opinar, mas não foram corretamente direcionados em relação aos resultados esperados, já no segundo ocorreu a desmotivação pelo sugestionado quando defrontou-se com o excesso de atividades de cálculos, pois segundo Reis (2023), que é aluno do curso de matemática da Universidade Católica de Brasília, cita em seu artigo intitulado “rejeição à matemática: causas e formas de intervenção” que:

“É fácil observar na comunidade escolar que a relação entre aluno e Matemática não é das mais amistosas. Muitos são enfáticos quando afirmam não gostarem desta disciplina, até mesmo os alunos que têm bom rendimento declaram sua rejeição, não sentem prazer em resolver problemas de Matemática, declaram ainda que não gostam das aulas, pois são muito chatas.”

E fazendo uma análise destas duas situações, tomando-as como referências, as mesmas foram essenciais para a elaboração de uma nova intervenção para a aplicação do produto educacional, tendo como objetivo principal a formação da opinião própria, como também deveriam ser obtidos os valores das variáveis essenciais, onde:

- Análise inicial das imagens;
- O Formação de Opinião antes da Prática Experimental;
- Execução da Prática Experimental;
- Cálculo das variáveis envolvidas, e;
- A Reformulação da Opinião depois da Prática Experimental

Este novo planejamento foi proposto buscando montar uma sequência didática que busca melhorar o rendimento e interesse dos alunos, e foi planejado em três tempos:

1º tempo – Antes da prática: o aluno interpreta uma situação de colisão entre dois corpos representada por imagens com base nos seus conhecimentos prévios;

2º tempo – Durante a prática: o aluno visualiza uma situação de colisão entre dois corpos, e com o uso do simulador, juntamente com os cálculos das variáveis envolvidas;

3º tempo – Depois da prática: o aluno interpretará as mesmas imagens inicialmente apresentadas depois da realização de simulações de colisões.

Ou seja, partindo da argumentação através do conhecimento prévio, o qual será alimentado por novos dados, que gerará uma reavaliação do pensamento inicial, mediante a ampliação do conhecimento próprio.

Sendo que a seguir, serão apresentados os resultados obtidos neste planejamento, que



faz parte do produto educacional que pode ser visto no apêndice deste material. Estas atividades foram oferecidas para as turmas 1004 e 1005 da Escola Estadual Luiz Tramontin, de Forquilha, SC, aulas estas realizadas entre os meses de setembro e outubro de 2022, sendo que ambas as turmas são do período noturno contendo um total de 24 alunos por turma.

As atividades propostas foram divididas em quatro (4) momentos:

1º Momento: Análise de colisões entre dois corpos;

2º Momento: Simulações de Colisões entre dois corpos no Simulador de Impacto;

3º Momento: Reanálise de colisões entre dois corpos;

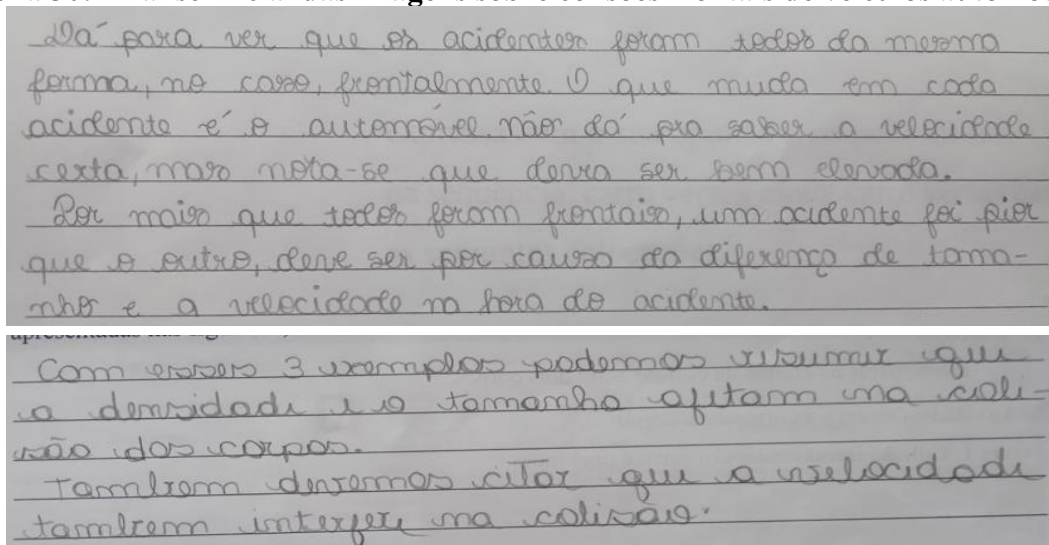
4º Momento: Traçando as Considerações Finais.

Sendo que a seguir serão apresentados os resultados obtidos com nesta prática:

#### *1º Momento: Análise de colisões entre dois corpos*

Sendo os efeitos resultantes de uma colisão entre dois ou mais corpos o objetivo deste estudo, aliados com a fundamentação teórica dentro da cinemática e da dinâmica, neste primeiro momento foi proposto os alunos que observassem e expressassem a sua opinião própria a respeito de três (3) tipos de colisões entre veículos automotores, nesta ordem, carro versus moto; carro versus carro e carro versus caminhão, onde podem ser destacadas as seguintes ponderações:

#### **Figura 30: Análise inicial das imagens sobre colisões frontais de veículos automotores**



Fonte: O Autor

Nestas três colocações iniciais a respeito das imagens de colisão entre os veículos, nota-se que em ambos foi citado a velocidade como maior causador dos danos, onde apenas um citou

a variável força, ou seja, em situações como estas, a velocidade é a responsável pelos efeitos gerados.

Segundo Furtado (2023), “para que haja a construção completa do conhecimento é necessário alimentá-lo, ou seja, um Esforço ou Carga Cognitiva para aguçar a curiosidade do aluno para a representação de conhecimento com o uso da criatividade na resolução de problemas”, sendo que foi aproveitado este momento para serem realizados os ensaios de colisão no simulador.

### 2º Momento: Simulações de Colisões entre dois corpos com o uso do Simulador de Impacto

Esta parte das atividades é a aplicação direta do produto educacional, a qual tem como objetivo demonstrar, através de ensaios de laboratório, os efeitos de uma colisão entre dois corpos, onde os corpos envolvidos no uso deste simulador serão tratados como *corpo de impacto* e *corpo de prova*, sendo que o principal objetivo deste momento é representar o que pode acontecer em uma colisão de dois corpos de diferentes massas e em diferentes velocidades, sendo que para isso, primeiramente foi solicitado as equipes que preencherem uma tabela onde os mesmo deveriam escolher quais corpos de impacto e de prova que serão utilizados, bem como a altura que o lançamento seria realizado, sendo interessante ressaltar que a escolha da altura é para o cálculo da velocidade final que acontecerá o impacto entre o corpo de prova, conforme a imagem a seguir.

**Figura 31: Tabela de dados para a realização dos ensaios no Simulador preenchida**

Ensaio nº 1			
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)	Velocidade de Impacto (m/s)
120g	10,4	0,1	1,40
		0,4	2,80
		0,6	3,43
Ensaio nº 2			
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)	Velocidade de Impacto (m/s)
300g	0,5	0,2	1,98
		0,3	2,42
		0,5	3,13
Ensaio nº 3			
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)	Velocidade de Impacto (m/s)
200g	0,1	1,0	4,42
		0,50	3,13
		0,7	3,70

Fonte: O Autor

Após o preenchimento da tabela foram realizados os ensaios de impacto com o uso do simulador pelos próprios alunos, como pode ser visto nas próximas imagens.

**Figura 32: Preparação dos materiais para a realização dos ensaios**



Fonte: O Autor

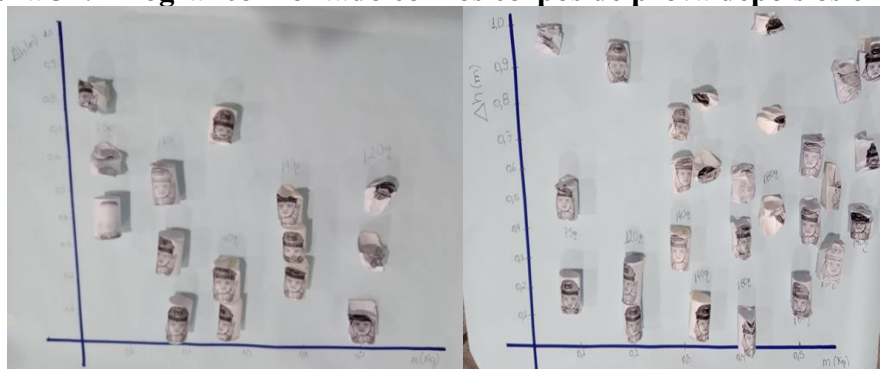
**Figura 33: Realização dos ensaios**



Fonte: O Autor

Paralelamente aos ensaios foram montados os infográficos (gráficos com figuras) relacionando a massa do corpo de impacto com a altura do lançamento e os efeitos sofridos pelos corpos de prova.

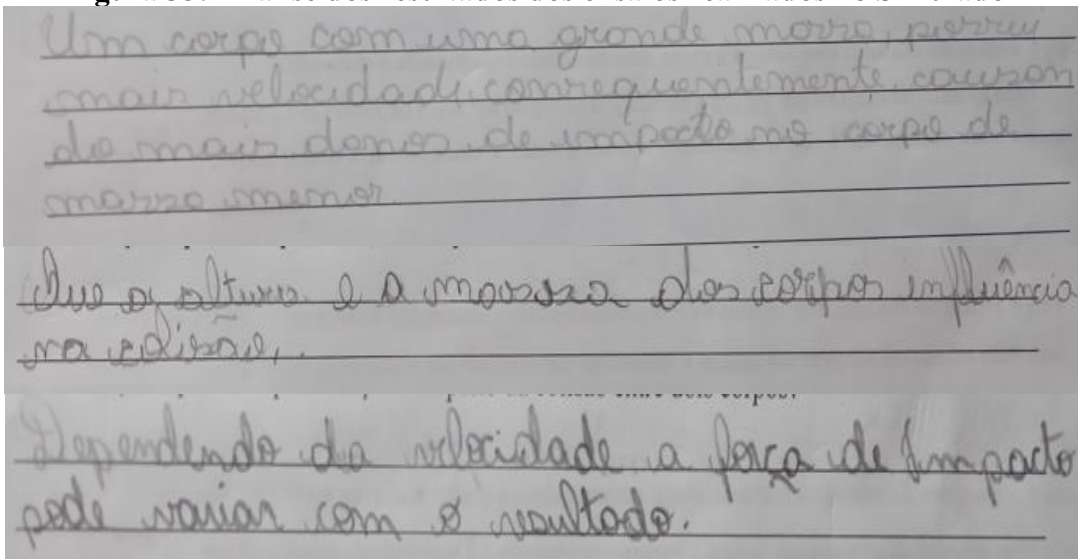
**Figura 34: Infográfico montado com os corpos de prova depois os ensaios**



Fonte: O Autor

Sendo parte integrante deste segundo momento, no qual foram realizadas as atividades com o uso do simulador, foi solicitado que os alunos construíssem suas considerações a respeito do que foi visualizado nos ensaios a respeito da colisão entre dois corpos, o que será apresentado a seguir.

**Figura 35: Análise dos resultados dos ensaios realizados no Simulador**

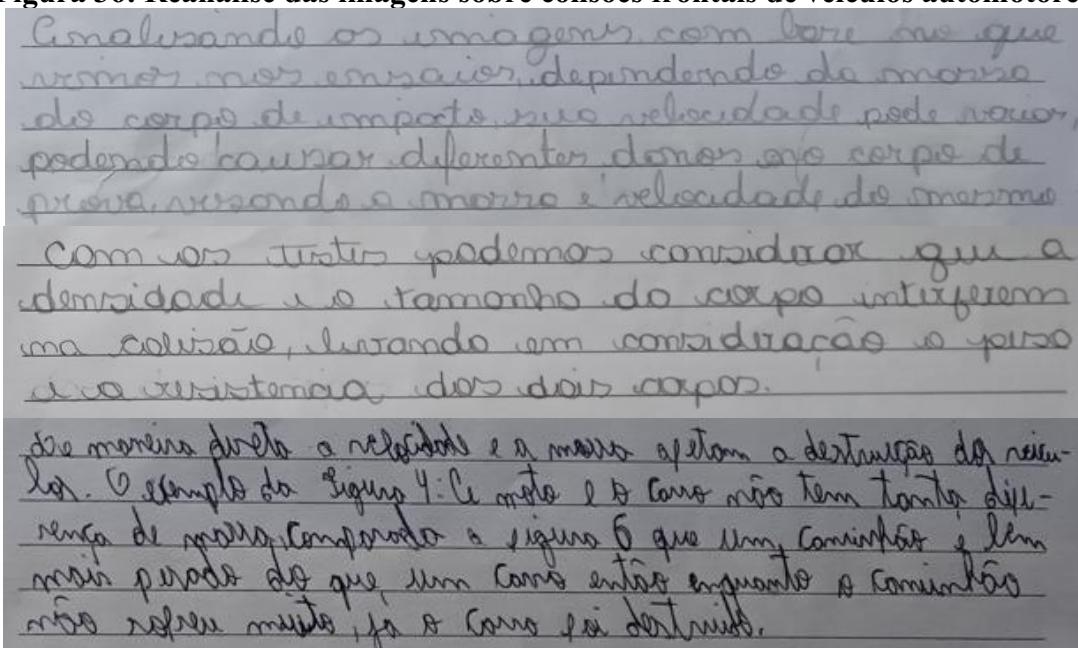


Fonte: O Autor

Como pode-se notar nas colocações feitas pelos alunos em relação aos resultados dos ensaios, a variável velocidade foi citada novamente, mas agora outras variáveis também foram citadas, como massa, força de impacto e as dimensões dos corpos envolvidos no evento.

Agora que foi oferecido e alimentado o conhecimento, o mesmo será colocado em prática e para verificar a sua evolução novamente foram apresentadas as mesmas três imagens de colisões entre dois veículos automotores que foram utilizados no 1º momento e foi proposto aos alunos que novamente analisassem as imagens e traçassem as suas considerações, as quais estão dispostas nas figuras a seguir.

**Figura 36: Reanálise das imagens sobre colisões frontais de veículos automotores**



Fonte: O Autor

Como pode ser notado nestes últimos relatos, a forma que as imagens foram vistas é totalmente diferente da primeira situação, onde inicialmente somente foi citada a velocidade como fator determinante dos efeitos, mas com os efeitos das colisões entre corpos vistos no simulador, a maneira de explicar mudou totalmente porque foi notado que outras variáveis como massa, força, resistência, entre outros, estavam diretamente relacionadas aos efeitos.

E continuando a análise dos resultados dos ensaios no Simulador de Impacto, foi solicitado a opinião dos alunos a respeito de três situações referentes ao que foi abordado na prática, as quais estão destacadas a seguir, onde na primeira situação o aluno foi indagado se ele já havia parado para pensar nos efeitos gerados em uma colisão de veículos e como isso pode ser analisado nos estudos da Física, sendo estas algumas das colocações dos mesmos.

**Figura 37: Opinião dos alunos sobre como os conceitos da Física podem explicar os efeitos dos acidentes automobilísticos**

R: Sim, porém nunca fui o conhecimento necessário para entender e "explicar" acidentes automobilísticos.

Sim, pois a colisão é um fato da física que envolve velocidade, massa, inércia, etc.

Não, pois nunca tinha visto nem ouvido falar sobre como a física se envolve nisso, com as explicações que o professor passou para a gente passamos a entender sobre como da se envolve nisso.

Fonte: O Autor

Nota-se que já houve a identificação que os ensinamentos da física fazem para dos eventos que acontecem no cotidiano das pessoas, ou seja, ocorreu uma ampliação de um conhecimento já existente, e como isso, passou para segunda situação, a indagação aos alunos foi um pouco mais audaciosa, pois estava relacionada com os efeitos que um ser humano pode sofrer em um acidente automobilísticos, sendo que as colocações foram bem interessantes, como pode ser visto a seguir:

**Figura 38: Opinião dos alunos sobre o que um "ser humano" pode sofrer em uma colisão, tipo um acidente automobilístico".**

Dependeria principalmente dependendo da velocidade e do automóvel que a pessoa está, esse e entre outros fatores dependem se a pessoa não se machuca ou até mesmo morto.

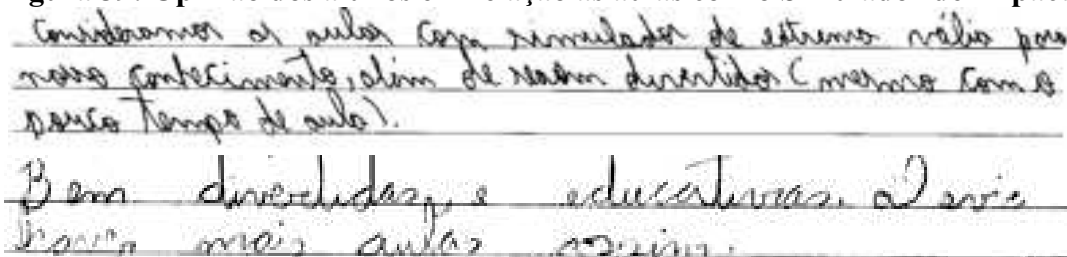
Danos, tanto físicos, como psicológicos.

Fonte: O Autor

Aqui nota-se que já ocorreu a formação de opinião “o que vai acontecer” bem diferente da expressão “pode acontecer”, ou seja, é um aprendizado para a vida.

Por fim, para fechar a prática desenvolvida com o uso do produto educacional: Simulador de Impacto, foi perguntado aos alunos sobre o que eles acharam das atividades, sendo estas algumas das considerações feitas:

**Figura 39: Opinião dos alunos em relação as aulas com o Simulador de Impacto**



Consideramos as aulas com o simulador de extrema valia para nosso conhecimento, além de serem divertidas (mesmo com o pouco tempo de aula).  
Bem divertidas, e educativas. Queríamos mais aulas assim.

Fonte: O Autor

Sendo estas as últimas ponderações feitas pelos alunos, é facilmente observado o gosto pelas atividades práticas, gosto este já identificado durante a primeira intervenção em 2021, porque elas podem ser um facilitador durante o processo de ensino-aprendizagem, tirando assim aquela antipatia destacada por Lorenzoni et al (2012) na introdução deste projeto.

Sendo estas as análises realizadas após as intervenções nas aulas de Física com o uso do Simulador de Impacto, passaremos a seguir as considerações finais deste trabalho.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo da situação apresentada lá na introdução, a de que a disciplina de Física não uma das mais interessantes para os estudantes, ou seja, este é o primeiro desafio encontrado nesta proposta de trabalho, e o segundo desafio é mostrar como a física está presente no dia a dia das pessoas, e que a mesma pode explicar fatos, cita-se a ruptura do capacete que foi o fator gerador de todo este projeto.

Metas traçadas, *“despertar o interesse em estudar a física e aplicar o conhecimento adquiridos nas aulas de física no dia a dia”*, mas como atingir esta meta mediante uma classe de alunos desmotivados em estudar, onde uma pesquisa feita pela Piva Educacional, a mesma revelou que 74,4% das famílias sofrem com a falta de interesse dos filhos pelos estudos? (Dias, 2022)

Tornar as aulas mais atrativas aos olhos dos alunos, pode ser uma das soluções, e dentro de uma ciência exata como é a física, o desafio é maior, porém ao notar-se o interesse dos alunos quando foi contada a história do acidente sofrido pelo professor e apresentado os efeitos no capacete, abriu-se uma oportunidade de trabalho, que proporcionou o desenvolvimento do produto educacional definido como Simulador de Impacto, que foi utilizado como uma forma de reproduzir eventos que ocorrem no cotidiano dentro de uma sala de aula, pois tudo que acontece ao nosso redor a física pode explicar, inclusive o fato gerador de todo este estudo, o porque o capacete rachou no impacto ocorrido no acidente citado pelo professor.

O projeto do simulador é baseado na aplicação de uma carga sobre um corpo de prova, onde as variáveis aceleração, velocidade e massa estão diretamente envolvidas, gerando energias e forças.

Então, como pode ser notado nas falas dos próprios alunos, quando um professor consegue aguçar a curiosidade dos mesmos, a aula se torna muito mais produtiva, e consequentemente significativa, valorizando a aprendizagem de novos conhecimentos, os quais podem vir a refletir em situações do cotidiano.

Hoje, a educação está dividida em áreas de conhecimento, a de linguagens, as ciências humanas e as ciências da natureza e a matemática, sendo nítido que os alunos do ensino médio já demonstram aptidão a uma destas áreas, e que dentro de uma sala de aula existem vários gostos e preferências, que claramente pode ser visto nos planejamentos de aulas com o uso do simulador, onde os mesmos tiveram que ser reformulados a cada intervenção.

É importante ressaltar que em todos os momentos que houveram as práticas com o uso do simulador o interesse da maioria dos alunos foi muito grande, mas quando se voltava para a

rotina de aulas, onde as mesmas estavam voltadas para a mesa e o caderno, o interesse desaparecia, como pode ser notado no planejamento de aula prática com relatório, onde foi visto pessoas motivadas em ampliar o seu conhecimento e pessoas fazendo simplesmente por fazer (vale nota) bem como na metodologia da lista de exercícios, cujo o objetivo era explicar o que acontecia com os corpos de prova mediante o cálculo das variáveis envolvidas (é para fazer cálculos, desânimo geral), ou seja, em uma mesma prática foi encontrado dois lados opostos, o gosto de fazer e o desgosto em explicar.

Deste a primeira aplicação, em 2021, o produto educacional foi muito bem recebido pelos alunos, porém a sua forma de aplicação é que não estava cativando os envolvidos, novamente voltou-se a planejamento das intervenções, partindo do que foi visto nas duas primeiras situações, relatório e lista de exercícios, onde em ambos os alunos mostraram que podem argumentar e explicar situações do cotidiano mediante o conhecimento que os mesmos já possuem. E foi com base nesta análise que buscou-se montar um planejamento onde a opinião dos envolvidos fosse mais relevante, que dentro da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel é quando alguém atribui significados a um conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, que se trabalhou com a formulação e reformulação da opinião dos alunos.

Este último planejamento foi montado de uma forma que os alunos pudessem apresentar as suas opiniões perante a um determinado evento (cita-se o de colisões automobilísticas), reproduzi-los em sala de aula com o uso do simulador, identificando e calculando as variáveis mais significativas no evento e ao final, reanalisar as mesmas situações apresentadas no início da prática, traçando novas considerações.

Foi neste planejamento que conseguiu-se aliar as definições da aprendizagem significativa de Ausubel com os conteúdos da física na aplicação do simulador de impacto, o que proporcionou o despertar da curiosidade dos envolvidos e a manteve durante toda intervenção.

É importante citar que, infelizmente, os nossos alunos estão focados no quantitativo, ou seja, em notas, números, para a sua aprovação no final de ano letivo, essa é a realidade, porém nesta última intervenção, em nenhum momento falou-se que os alunos estavam sendo avaliados, o que quebrou a tensão em realizar as práticas, onde os mesmos estariam fazendo por gosto e não por obrigação.

O mais interessante foi as colocações que os alunos fizeram a respeito de como a dinâmica os motivou a participar, já que em nenhum momento foi solicitado pelo professor que os alunos colocassem o(s) seu(s) nome(s) nas folhas das atividades, ou seja, eles tiveram a



oportunidade de expressar a sua opinião sem medo de “perder nota”, visto que os foram avaliados por suas habilidades e não pelas respostas em si.

Também é interessante citar os alunos que mais se interessaram foram aqueles que os professores “*mais reclamam*”, sendo que isto já havia sido identificado já nas intervenções com o simulador no ano de 2021, nas turmas das escolas Princesa Isabel e Vitório Búrigo, de Morro da Fumaça e na escola Irmã Edwiges de Criciúma, o que nos leva a refletir como está o planejamento de nossas aulas e se já não é a hora de mudar os mesmos, pois para “*nós*” educadores/professores é tão fácil simplesmente repassar o conteúdo no quadro, resolver exercícios e dar uma avaliação do que querer transformar o que está nos livros em práticas.

Para fechar estes pensamentos a respeito dos resultados obtidos fica a colocação feita na 3ª situação do 4º momento, “*por fim, o que você achou das aulas com o uso do simulador?*”, onde o aluno foi sincero na sua colocação que diz:

***“Gostei, adoro aulas diferentes como essa e também me ajuda a entender o assunto abordado”***

Para mim, isso é um estímulo e uma chamada de atenção de como estão as minhas aulas e que preciso mudá-las. Isso é possível? Sim, é possível, basta querer fazer o diferente, como foi pode ser observado aqui.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para começar a traçar as considerações finais, primeiramente deve-se voltar lá para os números expostos por Lorenzoni et al, em 2012, onde foi identificado que cerca 32% dos alunos não se interessam pelas aulas de física, e que estes números são bem realísticos sim, mas quando se depara com uma situação tipo esta, a mesma pode ser transformada em uma oportunidade. Foi nesta oportunidade que foi desenvolvido este produto educacional com o intuito de sanar uma dúvida, a da ruptura do capacete, e despertar o interesse nos alunos em relação a aplicabilidade dos conceitos estudados na física.

O melhor de tudo foi ver que durante as aulas desenvolvidas com o uso do simulador, a interatividade dos alunos com os temas propostos foi muito maior que o esperado, onde pode ser claramente visto que o prático desperta a atenção dos alunos, e quando o mesmo é aliado com a teoria torna-se muito mais “*interessante*” estudar, como foram as palavras de um aluno da turma 1004 da EEB Luiz Tramontin “*esse é o primeiro assunto que entendi desde o início do ano*”.

Para um educador, ver uma turma de alunos, se interessando pelas atividades, dispostos a participarem das práticas, respeitarem o que foi planejado e ao final serem capazes de traçarem suas opiniões a respeito do que foi visto em sala de aula, é maravilhoso.

E o melhor de tudo é saber que realmente houve uma aprendizagem para a vida, pois eles sentiram, na prática, onde os conceitos trabalhados em sala, tipo energia, força e trabalho, realmente fazem parte do seu dia a dia, e quando um aluno encontra um significado de que realmente vai utilizar o que na vida o que está aprendendo em sala de aula, a sua presença em sala de aula se torna muito mais significativa.

Para finalizar estas colocações é importante dizer que foi gratificante desenvolver um produto educacional e ver os alunos interagirem com o mesmo, entenderem a sua aplicabilidade e o que ele traz de conhecimento na aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ana Lúcia; VALEIRÃO, Kelin. **Fundamentos psicológicos da educação**. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/nepfil/files/2019/02/3-fundamentos-psicologicos-da-educacao.pdf>>. Acesso: Ago. 2023.
- ALENCAR, Thiago. **A física das colisões**. Disponível em: < <https://www.raciocinafisica.com.br/blog/ola-mundo.html>>. Acesso: Set. 2023.
- BIGGE, Morris. **Aprendizagem para Professores**. São Paulo: EPU, 1977.
- BUNDE, Mateus. **Velocidade da Luz**. Todo Estudo. Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/fisica/velocidade-da-luz>>. Acesso: Set. 2023.
- COSTAS, Sidney Borges da; FERRARO, Nicolau Gilberto. **Os fundamentos da física**. Disponível em: <[https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-mecanica\\_5.html](https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-mecanica_5.html)>. Acesso: Set. 2023.
- DAVIS, Claudia; OLIVEIRA, Zilma de Moraes Ramos de. **Ramos de Psicologia da Educação**. 2 ed. São Paulo: Coleção Magistério Série Formação do Professor, 1994.
- DE AQUINO, C. **Como aprender**: andragogia e as habilidades de aprendizagem. 1ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- DIAS, Liliane. **Moto é arrastada por carreta por mais de 30 km**. Disponível em: < <https://notisul.com.br/seguranca/moto-e-arrastada-por-carreta-por-mais-de-30km/>>. Acesso: Set. 2023.
- EDUCAÇÃO, Secretaria do Estado. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense**/Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. 492 p.
- FILATRO, Andrea. **Estilos de aprendizagem**. Disponível em: <[https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/2361/1/ESTILOS\\_APRENDIZAGEM\\_MOD\\_2.pdf](https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/2361/1/ESTILOS_APRENDIZAGEM_MOD_2.pdf)>. Acesso em: Ago. 2023
- FLUXO DE INFORMAÇÕES. **Exemplo de uma Trajetória**. Disponível em: <<https://fluxodeinformacao.com/biblioteca/artigo/read/91215-qual-a-trajetoria-da-particula>>. Acesso: Ago. 2023
- FUENTES, N. **Preceptoria Parapedagógica na formação docente conscienciológica**. Revista de Parapedagogia, Foz do Iguaçu, p. 3-14, 2018.
- FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.
- FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: energia e transformações. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.
- FURTADO, Júlio. **Escola e diversidade**: o discurso da prática e a prática do discurso.

Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/u7gd3f6f2bo8y64/Palestra%20em%20Forquilha%2C%20SC.pdf?dl=0>>. Acesso: Out. 2022.

GAROTTI, Humberto. **As quatro forças fundamentais da natureza**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20032/Humberto/index.html>>. Acesso em: Jul. 2022

GAUTHIER, C. **A Pedagogia: teorias e práticas da Antiguidade aos nossos dias**. Petrópolis: Vozes, 2010.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos: ciências da natureza: matéria, energia e a vida**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos: ciências da natureza: movimentos e equilíbrio na natureza**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

GOUVEIA, Rosimar. **Segunda lei de Newton**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/segunda-lei-de-newton/>>. Acesso: Set. 2023.

GOMES, Leonardo. **Lançamento vertical e queda livre**. Disponível em: <<https://descomplica.com.br/d/vs/aula/lancamento-vertical-e-queda-livre/>>. Acesso: Set. 2023

GUIA DO ESTUDANTE. **Cinemática: MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado)**. Disponível em: <<https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem/movimento-retilineo-uniformemente-variado/>>. Acesso: Set. 2023.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Volume 1**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

HELERBROCK, Rafael. **Deslocamento e espaço percorrido**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/deslocamento-e-espaco-percorrido.htm>>. Acesso: Set. 2023

ILLERIS, K. (Org.). **Teorias Contemporâneas da Aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2013.

LA TAILLE, Yves; OLIVEIRA, Marta Kohl De; DANTAS, Heloysa. **Piaget Vygotsky Wallon: Teorias Psicogenéticas em discussão**. 26º ed. São Paulo: SUMMUS, 1992.

MESSEDER, H. **Teorias de aprendizagem**. Youtube. Brasília, 2020. Disponível em: [https://youtu.be/vjez\\_rNXGYk](https://youtu.be/vjez_rNXGYk). Acesso: Mar. 2020

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

Moreira, M.A. e Masini, E.A.F. (1982). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica: Mecânica**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

OMNIA, Rede. **Terceira lei de Newton**. Disponível em: <<https://www.preparaenem.com/fisica/terceira-lei-newton.htm>>. Acesso: Set. 2023.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. **Teorias de**

**Aprendizagem.** Porto Alegre: Evangraf, 2010. Disponível em [http://www.ufrgs.br/uab/informacoes/publicacoes/materiais-de-fisica-para-educacaobasica/teorias\\_de\\_aprendizagem\\_fisica.pdf](http://www.ufrgs.br/uab/informacoes/publicacoes/materiais-de-fisica-para-educacaobasica/teorias_de_aprendizagem_fisica.pdf). Acesso: Mar. 2020.

PAPALIA, Diane E.; OLDS, Sally Wendkos; FELDMAN, Ruth Duskin. **Desenvolvimento Humano**. 8ªed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

PIAGET, Jean; et alii. *A Tomada da Consciência*. Trad. Edson B. de Souza. São Paulo: Melhoramentos e EDUSP, 1977. 211p.

POZZEBOM, Rafaela. **O que é energia cinética?** Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/14640-o-que-e-energia-cinetica>>. Acesso: Set. 2023.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Aceleração escalar média**. Disponível em: <<https://www.preparaenem.com/fisica/aceleracao-escalar-media.htm>>. Acesso em: Set. 2023.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**: Volume 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TRIGO, Thiago. **Movimento uniforme**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/movimento-retilineo/>>. Acesso em: Set. 2023

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física I – Mecânica**. 12. ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008;

VALADAS, S. **Sucesso Acadêmico e Desenvolvimento Cognitivo em Estudantes Universitários**: Estudo das Abordagens e Concepções de Aprendizagem. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.1/550>>. Acesso em: março 2020.

Vygotsky, L. S. (1991). **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes.

Vygotsky, L. S., Luria, A. R. & Leontiev, A. N. (1988). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone Edusp.

WEBFISICA. **Momento linear e impulso**. Disponível em: < <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/2-24>>. Acesso: Set. 2023.

\_\_\_\_\_. **A psicologia da inteligência**. Tradução: Guilherme João de Freitas Teixeira. ISBN 978-85-326-4680-4 – Edição Digital. Petropolis, RJ: VOZES, 2013.

\_\_\_\_\_: **O Processo de Aprendizagem e o Papel do Educador**. Revista de Parapedagogia, Foz do Iguaçu, p. 77-99; 2020.

\_\_\_\_\_. **Seis estudos de psicologia**. Tradução: Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sergio Lima Silva - 24ª Ed. Rio de Janeiro: FORENSE UNIVERSITARIA, 1999

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CAMPUS ARARANGUÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA – UFSC  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DA FÍSICA – MNPEF  
**POLO 41**

JOEL ROSSO

PRODUTO EDUCACIONAL

**SIMULADOR DE IMPACTO**

Araranguá  
2023

JOEL ROSSO

## **SIMULADOR DE IMPACTO**

Dissertação apresentada ao Polo 41 do Programa de Mestrado Nacional em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração em Física da Educação Básica.

Orientador(a):  
Professora Doutora Olga Yevseyeva

Araranguá,  
2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que lançou uma pedra no meu caminho, a qual foi o que permitiu utilizá-la nesta jornada.

Agradecimentos em especial a toda equipe do polo da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em Araranguá, SC, bem como ao coordenador Professor Doutor Leandro Batirolla Krott, por todo suporte oferecido, sendo que o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pelo programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, juntamente a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por disponibilizar esta oportunidade de aperfeiçoamento pessoal e profissional

Agradeço à minha orientadora, a Professora Doutora Olga Yevseyeva por ter disponibilizado uma parte de seu tempo, para que juntos pudéssemos construir e aplicar esta proposta, e ao meu irmão, Doutor Pedro Rosso, por todas as contribuições recebidas.

A todos meus colegas de sala de aula, em especial ao Guilherme Emerin, por ser fazer parte, com suas opiniões e sugestões ao longo desta jornada.

Agradeço em especial, a minha esposa, Gisele, juntamente com minha filha Ingrid, por ter me suportado ao longo desta caminhada e ao meu filho Guilherme, com quem compartilhei muitas informações.

Em especial, agradeço de coração o meu pai, José Rosso, o Seu Bepi, que sempre disse: *“a única coisa que posso deixar para você é a oportunidade de estudar que eu não tive”*.

Por fim, agradeço a direção do Colégio Sagrada Família, EEB Irmã Edvigés, EEB Princesa Isabel, EEB Vitória Búrigo e EEB Luiz Tramontin, que me disponibilizaram suas dependências para a aplicação do meu projeto.

A todos o meu ***muito obrigado!***



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	4
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	6
2.1 LANÇAMENTO VERTICAL E/OU QUEDA LIVRE.....	7
2.2 FORÇA.....	7
2.3 ENERGIA.....	7
2.4 COLISÕES.....	8
<b>3. PRODUTO EDUCACIONAL: SIMULADOR DE IMPACTO</b> .....	10
3.1 MATERIAIS.....	10
3.2.PROCESSO DEMONTAGEM DO SIMULADOR DE IMPACTO.....	10
3.3 MONTAGEM DOS CORPOS DE IMPACTO.....	15
3.4 MONTAGEM DOS CORPOS DE PROVA.....	16
<b>4. ROTEIROS</b> .....	16
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	18
APÊNDICE A – RELATÓRIO DE EXPERIMENTO.....	20
APÊNDICE B – LISTA DE EXERCÍCIOS.....	25
APÊNDICE C – FORMAÇÃO DE OPINIÃO.....	41

## APRESENTAÇÃO

Caro (a) professor (a),

Este produto educacional, Simulador de Impacto, foi desenvolvido com o intuito de demonstrar, na prática, os reais efeitos que ocorrem quando há uma colisão entre dois ou mais corpos, afinal, diariamente convivemos com situações de colisão, principalmente no trânsito, sendo que foi um acidente motociclístico sofrido pelo autor deste trabalho o fator gerador para o desenvolvimento desta pesquisa, que é apresentada na dissertação de mestrado intitulada “SIMULADOR DE IMPACTO COMO FERRAMENTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DA CINEMÁTICA E DA DINÂMICA”, onde podem ser trabalhados os conceitos da aceleração, velocidade, força e energia em um mesmo momento ( vale lembrar que todos estes conceitos fazem parte da matriz curricular pertinente a Mecânica).

Este material tem como objetivo servir como suporte de apoio para os professores montarem e aplicarem seus próprios simulares de impacto em suas aulas, sendo que o mesmo desenvolvido pelo acadêmico Joel Rosso, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), polo de Araranguá, orientada pela Professora Doutora Olga Yevseyeva.

## 1. INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que é comum, na vida profissional dos profissionais da educação, mais em específicos, os professores, e ainda mais em específico, os da disciplina de Física, escutar perguntas como “*professor, onde é que eu vou usar isso na minha vida?*”, ou expressões similares a esta, quando está ministrando os conteúdos em sala de aula.

Segundo Pezzini; Szymanski (2007):

Dentre todas as dificuldades pelas quais passa a educação no Brasil, destaca-se, atualmente, um grande desinteresse por parte de muitos alunos, por qualquer atividade escolar. Frequentam as aulas por obrigação, sem, contudo, participar das atividades básicas. Ficam apáticos diante de qualquer iniciativa dos professores, que se confessam frustrados por não conseguirem atingir totalmente seus objetivos.

E perante esta situação lamentável em que a educação se encontra é que constantemente se busca alternativas para que a rotina de sala de aula torne-se atrativa aos olhos dos alunos, onde uma delas foi o desenvolvimento deste produto educacional.

Porém o fato motivador para o desenvolvimento deste projeto foi que, em maio de 2005, o autor deste trabalho sofreu um acidente motociclístico, onde um carro cortou a frente da moto, sendo que nesta época o autor era aluno de uma engenharia, ao ver os estragos resultantes desta colisão, o mesmo ficou indignado pelo fato de que o capacete que o autor usava havia rachado, que logo de cara gerou a seguinte indagação: “*como um capacete tão caro (na época foi pago R\$ 390,00) racha em um acidente?*” (fonte: o Autor).

Ao buscar uma explicação para o ocorrido foi que o autor acabou se deparou que para explicar a ruptura do capacete, o conhecimento de diversas variáveis da estudada na física seria primordial, variáveis estas tipo aceleração, velocidade, energia e força, o que posteriormente acabou virando uma ferramenta de ensino-aprendizagem, de uma forma significativa, da física em sala de aula.

E de acordo com Moreira:

“É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.” (MOREIRA, 2010, p. 2)

E com base nos conceitos da Aprendizagem Significativa de Ausubel, bem como a visão do psiquiatra norte-americano Willian Glasser (2022), “*um indivíduo aprendem muito mais vendo e fazendo do que apenas lendo*”, foi que motivou o autor a desenvolver uma forma de representar o que ocorre em acidentes de trânsito e aplicá-lo em suas aulas de Física, de onde surgiu a ideia da construção de Simulador de Impacto, o qual será apresentada a seguir.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como é citado inicialmente por Pezzini; Szymanski (2007), “o desinteresse por parte de muitos alunos, por qualquer atividade escolar” um dos motivos que levou ao desenvolvimento deste produto, porque, para um educador, entrar numa sala de aula e ver na cara dos alunos que os mesmos estão aí por “*obrigação*” é decepcionante.

Partindo de uma definição simples da disciplina Física disposta em FNDE (2021) (do grego antigo: φύσις physis "natureza") é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos em seus aspectos mais gerais, analisa suas relações e propriedades, além de descrever e explicar a maior parte de suas consequências”, logo então, na física, torna-se de fundamental importância que os estudantes venham a entender e compreender o mundo que está ao seu redor e tudo acontece, e que, nos fundamentos básicos, os mesmos possam ser explicados, visto na concepção da Teoria da Aprendizagem de Ausubel baseia-se de que a mente humana possui uma estrutura organizada de seus conhecimentos e que esta mesma estrutura é tida como uma fonte de consulta quando novos conhecimentos são apresentados (Novak; Gowin, 1996).

Segundo o FNDE, um dos objetivos do Pacto Nacional para o Fortalecimento do Ensino Médio (BRASIL, 2014) é a utilização de meios que possam contribuir para esse letramento científico, em outras palavras, o ensino da física deve levar a uma organização e elaboração do conhecimento de forma que as conclusões possam ser retiradas das argumentações levantadas pelo próprio aluno, onde eles devem “*saber*” a utilizar as fórmulas baseando-se nas teorias e não simplesmente “*decorar*”.

Mas este processo, que envolve muitas situações que precisam ser revistas, como por exemplo a quantificação do conhecimento, onde o nosso aluno só é aprovado se obtiver determinado percentual de aproveitamento nas avaliações, o que leva o aluno a se preparar para as mesmas decorando os assuntos específicos para aquela avaliação, e após realiza-la, estes conhecimentos são substituídos por outros conhecimentos, o que leva o aluno a descartar o que aprendeu porque precisa saber algo que naquele momento é mais importante, e na matriz curricular da física, muitos conceitos já vistos são utilizados como bases para novos conceitos que estão sendo apresentados. Sendo assim, torna-se importante destacar que o uso deste simulador é necessário que os alunos já tenham previamente assimilados os conceitos sobre:

- Movimento Uniforme – MU,
- Movimento Uniformemente Variados - MUV,
- Lançamento Vertical e/ou Queda Livre;
- Forças e Energias.

E como neste projeto as fórmulas e equações que serão utilizadas fazem parte dos conceitos abordados nos estudos do *Lançamento Vertical e/ou Queda Livre e as de Forças e Energias*, então a seguir será apresentada uma breve revisão das mesmas.

## 2.1 LANÇAMENTO VERTICAL E/OU QUEDA LIVRE

Sendo um lançamento vertical um movimento de um corpo ou um objeto, que descreve uma trajetória retilínea orientada para cima ou para baixo, sobre a ação de uma força de aceleração conhecida como gravidade, então pode-se assim relacionar as equações do movimento uniformemente variado com as do movimento vertical dá seguinte forma:

**Tabela 1: Comparativo entre as fórmulas do Movimento Uniformemente Variado e as do Lançamento Vertical e/ou Queda Livre**

Variável	Movimento Uniformemente Variado	Lançamento Vertical e/ou Queda Livre
<b>Aceleração média</b>	$\vec{a}_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$\vec{a}_m = \vec{g}$ , onde $\mathbf{g}$ é a aceleração da gravidade
<b>Função horária da velocidade</b>	$v = v_0 + \vec{a}.t$	$v = v_0 + \vec{g}.t$
<b>Função horária da posição</b>	$s = s_0 + v_0t + \frac{\vec{a}.t^2}{2}$	$s = s_0 + v_0t + \frac{\vec{g}.t^2}{2}$
<b>Equação de Torricelli</b>	$v^2 = v_0^2 + 2\vec{a}\Delta s$ , onde $\Delta s$ é variação da distância	$v^2 = v_0^2 + 2\vec{g}\Delta h$ , onde $\Delta h$ é variação da altura

Fonte: O Autor

## 2.2 FORÇA

Aqui entra a definição da segunda lei de Newton, também conhecida como Princípio Fundamental da Dinâmica, estabelece que as forças são capazes de provocar acelerações nos corpos, onde matematicamente falando tem-se:

$$\vec{F}_r = m. \vec{a}$$

## 2.3 ENERGIA

Para Halliday e Resnick (2018), definir o termo energia é muito difícil devido a sua grande abrangência de suas interações, mas uma das definições mais clássicas encontradas é a de que a “energia é a capacidade de um corpo de realizar trabalho”.

E quando se fala em trabalho, diversos tipos de energias são identificadas, como por exemplo energia elétrica, energia eólica, energia hidráulica, entre muitos outros tipos, sendo que neste projetos serão abordadas as seguintes:

**Tabela 2: Tipos de energia**

<b>Tipo de Energia</b>	<b>Definição</b>	<b>Fórmula</b>
<b>Energia cinética</b>	É a energia relacionada aos corpos em movimento	$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$
<b>Energia potencial gravitacional</b>	Está relacionada a ação da gravidade entre dois corpos	$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$
<b>Energia mecânica</b>	É a energia rodizada pelo trabalho de um corpo que corresponde a soma da energia cinética ( $E_c$ ), derivada do movimento, com a energia potencial, neste caso a gravitacional ( $E_{pg}$ ), que é derivada da queda livre.	$E_m = E_c + E_{pg}$

---

Fonte: O Autor

## 2.4 COLISÕES

Para Nussenzveig (2013) “uma colisão entre duas partículas é um processo em que uma é lançada contra a outra, podendo trocar energia e momento em consequência de sua interação”, já para Hewitt (2015), colisão, na física, entende-se como um processo de interação entre dois ou mais corpos, inicialmente livres, ou seja, não há interação entre eles, logo, como consequência de uma colisão, pode haver alterações no estado final dos corpos, tanto físico, tipo velocidade, bem como materiais, tipo alterações nos formatos dos corpos.

Os estudos relacionados as colisões são uma das aplicações mais importantes das leis de conservação de do momento linear, pois quando dois corpos colidem, eles permanecem em contato por um determinado tempo, onde os corpos ficam sujeitos a uma força que varia de acordo com o tempo que é aplicada, onde pode-se ter os seguintes tipos de colisão:

- Colisão elástica – quando ocorre conservação da energia e do momento linear dos corpos envolvidos, onde nesta colisão, a principal característica é de que após o choque, a velocidade das partículas muda de direção, mas a velocidade relativa entre os dois corpos se mantém a mesma;
- Colisão inelástica - é quando não há a conservação da energia cinética, logo a energia final será menor que a inicial, sendo que uma parte da inicial pode ser convertida em outro tipo de energia, como calor, deformação ou um trabalho;
- Colisão perfeitamente inelástica – para ser considerada perfeitamente inelástica, os corpos envolvidos permanecem juntos após a colisão com uma determinada velocidade final  $\vec{v}_f$  usando somente o princípio da conservação do momento linear.

Sendo estes os conhecimentos previamente necessários, com os quais que possibilitem uma aprendizagem significativa do tema proposto, visto que Ausubel (1968) “o fator isolado

*mais importante na aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos”*, a seguir será demonstrado como o projeto do Simulador de Impacto foi desenvolvido e construído.

### 3. PRODUTO EDUCACIONAL: SIMULADOR DE IMPACTO

A montagem deste simulador está dividida em duas partes: a seleção dos materiais que serão utilizados e o processo de montagem, as quais serão apresentadas a seguir.

#### 3.1 MATERIAIS

Para a montagem de um simulador de impacto foram utilizados os seguintes materiais:

- Tubo de PVC de 50 mm (esgoto);
- Cap de Esgoto de 50 mm (esgoto);
- Fio de nylon;
- Base de 30 x 40 cm, podendo ser de madeira ou outro tipo de material similar;
- Suporte de apoio do simulador ou outros tipos de material similar;
- Abraçadeiras, feitas de tubo de PVC para água, de 50 mm;
- Cola instantânea;
- Parafusos e ferramentas apropriados ao processo de montagem.

A justificativa para a escolha destes materiais para montagem do simulador foi baseada nos seguintes critérios:

- Serem de fácil aquisição, afinal como pode ser observado na lista de materiais, os itens utilizados são empregados na construção civil;
- Possuírem um baixo custo (aqui foi optado por tubos e conexões de esgoto, por serem baratas que os similares para água);
- Por fim, também foi levado em consideração a facilidade em trabalhar com os referidos materiais.

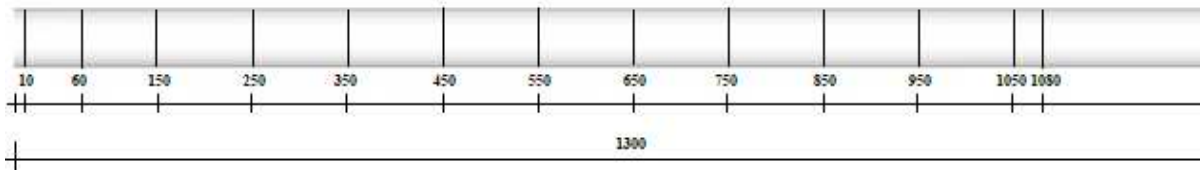
Com base no apresentado anteriormente, a seguir serão apresentados todos os passos para a montagem do simulador e do corpo de impacto.

#### 3.2 PROCESSO DE MONTAGEM DO SIMULADOR DE IMPACTO

Com os materiais citados anteriormente a disposição, a seguir serão descritos os passos para a montagem do simulador.

**1º Passo:** Em um tubo de PVC de 50 mm, do tamanho de 1300 mm, deve-se fazer as seguintes marcações, conforme Figura 1:



**Figura 1: Marcações iniciais****Projeto****Vista Frontal do Tubo de PVC de 50 mm**

**Obs.: Todas as medidas estão em milímetros (mm)**

**Produto**

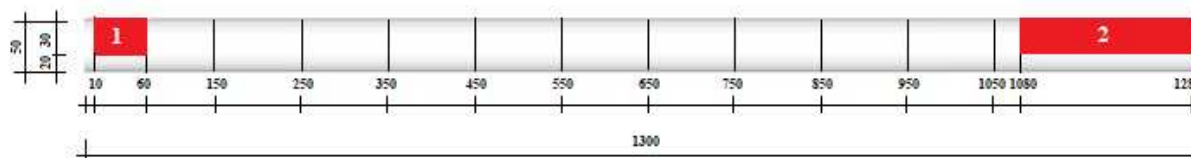
Fonte: O Autor

E efetuar um corte transversal nestas marcações, onde é sugestionável que os mesmos tenham uma espessura de 2 mm.

**Figura 2: Cortes transversais**

Fonte: O Autor

**2º Passo:** Nas marcações em vermelho, numeradas em 1 e 2, deve-se proceder o corte longitudinal e retirar esta parte fora.

**Figura 3: Marcação das partes do tubo que devem ser cortadas e retiradas****Projeto****Vista Lateral do Tubo de PVC de 50 mm**

**Obs.: Todas as medidas estão em milímetros (mm)**

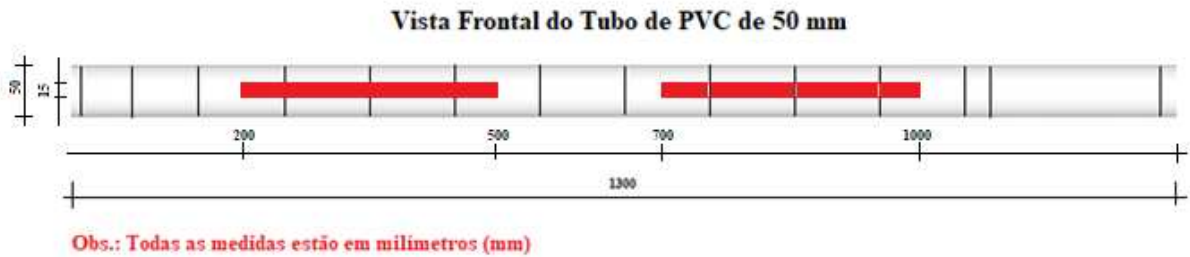
**Produto**

Fonte: O Autor

**3º Passo:** Efetuado o corte das partes citadas anteriormente, procede-se o corte e a retirada de uma parte ao longo do simulador com o objetivo de visualizar o movimento do corpo de impacto, conforme os dados a seguir (figura 3):

**Figura 4: Marcação das partes do tubo que deve ser cortadas e retiradas.**

**Projeto**



**Produto**



Fonte: O Autor

**4º Passo:** Para o fechamento do tubo de deslizamento do simulador utilizou-se dois CAPs, também de PVC de 50 mm, sendo que estas peças sofreram as seguintes adaptações:

- No Superior foi cortado com 20 mm de comprimento e efetuado um furo no centro, por onde passará o fio de suporte do corpo de impacto, conforme é visto na figura 6.

**Figura 5: Fechamento do tubo de deslizamento**



Fonte: O Autor

- Na Base, esta peça foi moldada conforme os cortes efetuados na base do tubo, com o intuito de reforçar o mesmo, como será demonstrado na figura 6.

**Figura 6: Fechamento do tubo de deslizamento**



Fonte: O Autor

**5º Passo:** Na montagem da base de sustentação do simulador foi utilizado uma placa de madeira de 300 x 400 mm e um perfil, também de madeira, de 40 x 40 mm, conforme na figura 7.

**Figura 7: Montagem da base com os anéis de sustentação**



Fonte: O Autor

**7º Passo:** Esta é etapa de montagem final do simulador, onde deve-se encaixar o tubo de simulador nas abraçadeiras da base de sustentação.

**Figura 8: Montagem Final do Simulador de Impacto por Queda Livre**



Fonte: O Autor

Na parte superior do tubo, passar pelo furo o fio de nylon que será utilizado como suporte do corpo de impacto, representado na figura 9.

**Figura 9: Fio de sustentação do corpo de impacto**



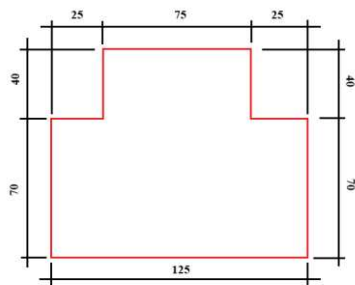
Fonte: O Autor

E para finalizar o simulador, com o intuito de evitar possíveis eventos não esperados com os corpos de prova durante dos ensaios, foi adaptada uma peça que servirá de proteção, com tubo de 50 mm, apresentado na figura 10.

Vale lembrar que esta peça foi criada com o intuito de proteger os corpos de provas ao serem impactados, porém o equipamento também pode ser montado sem a utilização desta proteção, que em partes ajudaria na visualização real do impacto sofrido pelo corpo de prova, porém se colocará em risco a realização do ensaio.

**Figura 10: Proteção “Extra” para o corpo de prova no momento do impacto**

*Projeto*



Obs.: Todas as medidas estão em milímetros (mm)

*Produto*



Fonte: O Autor

Na figura 11 é apresentado o Simulador pronto para ser utilizado nas aulas.

**Figura 11: Simulador de Impacto por Queda Livre**

*Vista Frontal*



*Vista Lateral*



Fonte: O Autor

Pronto, está montando o Simulador de Impacto por Queda Livre, a seguir será demonstrado a montagem dos corpos de impacto.

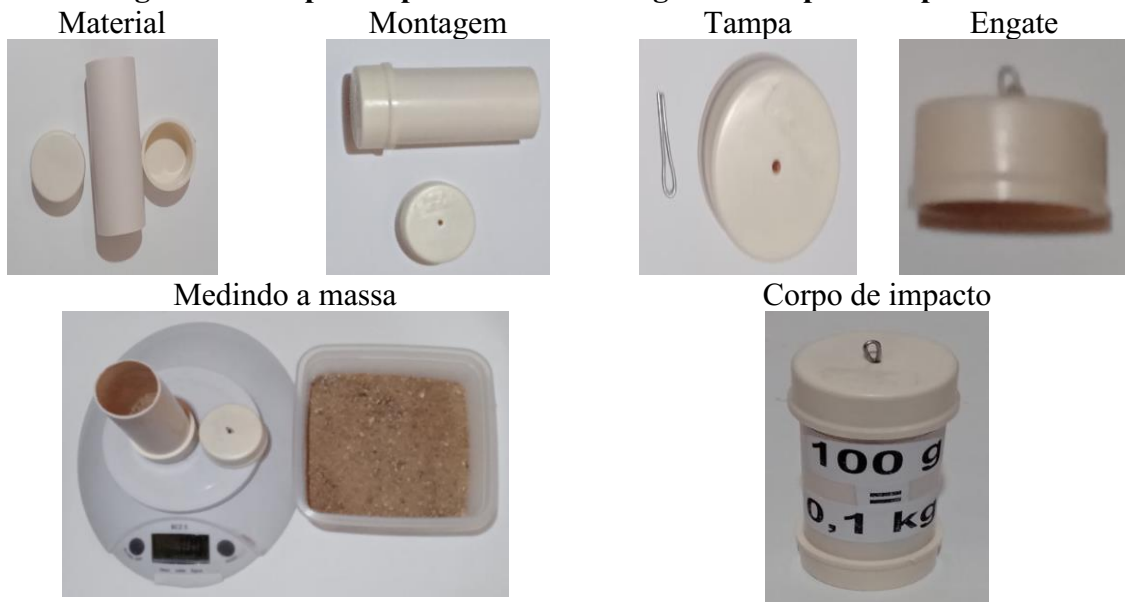
### 3.3 MONTAGEM DOS CORPOS DE IMPACTO

Para a montagem dos Corpos de Impacto utilizou-se os seguintes materiais:

- Tudo de PVC de 40 mm (esgoto);
- Cap de Esgoto de 40 mm (esgoto);
- Areia e/ou outro tipo de material que possa ser utilizado para medir a massa desejada de cada corpo de impacto;
- Cola instantânea;
- Balança digital

Neste protótipo foram projetados cinco corpos de impacto com as seguintes massas: 100 gramas que equivale a 0,1 quilogramas, 200 gramas ou 0,2 quilogramas, 300 gramas ou 0,3 quilogramas, 400 gramas ou 0,4 quilogramas e 500 gramas ou 0,5 quilogramas, sendo que a seguir será demonstrado o processo de montagem para o modelo de 100 gramas.

**Figura 12: Etapas do processo de montagem do corpo de impacto**



Fonte: O Autor

### 3.4 MONTAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Montado o simulador, agora é pensar nos corpos de prova que possa estar relacionar a Cinemática e a Dinâmica, em especial as Leis de Newton, e para que estas atividades possam

ser realizadas pensou-se em um corpo de prova onde serão aplicados os ensaios com diferentes cargas e velocidades, que para isso adotou-se a montagem do corpo de prova, no formato cilíndrico, que é apresentado na Figura 13, confeccionado no formato cilíndrico, de papel, que é um produto de apresenta diferentes gramaturas (75 g; 90 g; 120g; entre outros) o que pode-se apresentar diferentes situações nas colisões. O modelo do corpo de prova proposto está disposto na figura 13, demonstrada a seguir.



Fonte: O Autor

Terminado a montagem do equipamento, a seguir serão apresentadas as propostas de atividades que podem ser desenvolvidas sobre a Mecânica, mais especificamente dos conceitos envolvendo algumas sugestões para o uso deste simulador como uma ferramenta de ensino-aprendizagem dos conceitos da Mecânica, mais especificamente os da Cinemática e da Dinâmica.

#### 4. ROTEIROS

Terminado a montagem do Simulador de Impacto, agora chegou o momento de colocar o mesmo em prática na sala de aula, porém deve-se lembrar de que a Aprendizagem Significativa de Ausubel, para Moreira, Masini (1982), “é um processo onde uma nova informação relaciona-se com o que já se conhece”, e para suprir estes conceitos é que foram propostas as atividades, onde também levou em consideração que, dentro de uma mesma turma, existem alunos com diferentes gostos pelas áreas do conhecimento, ou seja, temo alunos mais direcionados para as linguagens, outras para as ciências humanas e por fim, o que preferem as ciências da natureza, vale lembrar que a matemática está presente em todas, e este é um obstáculo que também precisa ser superado, com o intuito de que a construção de conhecimento seja a mais ampla possível.

E com base no apresentado foi que se planejou as seguintes propostas:

- *Relatório de experimento*: que é baseado no relato detalhado de um experimento científico realizado em sala de aula e/ou laboratório, que inclui desde a seleção da altura do lançamento, a escolha dos tipos de corpos de prova que serão ensaiados, cálculos das variáveis envolvidas e a análise dos resultados obtidos (Apêndice A)
- *Lista de resolução de exercícios*: esta atividade parte primeiramente da realização dos ensaios de impacto, e posteriormente pretende-se explicar os resultados dos ensaios mediante a análise dos valores das variáveis envolvidas (aceleração, velocidade, força e energia) mediante a utilização dos conhecimentos adquiridos em sala de aula (Apêndice B);
- *Desenvolvimento da opinião própria*: já nesta atividade o propósito é levar os nossos estudantes a pensar e refletir sobre determinado assunto, neste caso os efeitos das colisões, em três momentos, onde no primeiro momento serão apresentadas imagens onde o aluno deve traçar a sua opinião sobre as mesmas. Já no segundo momento, com o uso do simulador, serão dispostos ensaios com o intuito de trazer para a prática o que está representado nas imagens analisadas no primeiro momento, e para terminar a parte experimental, chega-se ao terceiro momento, onde inicialmente serão feitos os cálculos das variáveis envolvidas, e ao final novamente serão analisadas as imagens trabalhadas no primeiro momento, agora solicitando aos estudantes que agora tracem as suas opiniões com base nos resultados dos ensaios de laboratório e nos valores das variáveis envolvidas (Apêndice C).

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

EDUCAÇÃO, Secretaria do Estado. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense**/Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. 492 p.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: energia e transformações. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos**: ciências da natureza: matéria, energia e a vida. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos**: ciências da natureza: movimentos e equilíbrio na natureza. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: E.P.U., 1999.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. *Curso de Física Básica: Mecânica*. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

PEZZINI, Clenilda Cazarin; SZYMANSK, Maria Lidia Sica. **Falta de desejo de aprender - Causas e Consequências**. Disponível em:<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/853-2.pdf>>. Acesso em: Ago. 2022.



## APÊNDICE

Nos Apêndices estão dispostas as três metodologias utilizadas na aplicação do produto Educacional *Simulador de Impacto*, onde o:

- Apêndice A: Relatório de experimento;
- Apêndice B: Lista de resolução de exercícios;
- Apêndice C: Desenvolvimento da opinião própria.

**APÊNDICE A**  
**RELATÓRIO DE EXPERIMENTO**



Disciplina: Física – Professor: Joel Rosso

**Data:**

**Turma:**

**Aluno:**

## **ROTEIRO DE ATIVIDADES COM O USO DO SIMULADOR DE IMPACTO POR QUEDA LIVRE**

Prezados(as) alunos(as), no decorrer deste ano letivo, na disciplina de Física, diversos assuntos já foram abordados, como podemos verificar na figura a seguir:

Figura 1: Linha do tempo – Conteúdos já ministrados na disciplina de Física



Fonte: O Autor

E como pode ser observado na figura 1, os assuntos estão entrelaçados uns com os outros, onde o que foi aprendido em um tópico pode vir ser utilizado durante os estudos de outro, e com o intuito de buscar uma resposta para aquelas colocações habituais de sala de aula como “onde é que eu vou usar isto na minha vida?” ou “para quê que eu estou estudando isso?” é que vamos demonstrar que estes conhecimentos podem fazer parte do seu dia a dia e você não observar isso.

Agora, com base nos conhecimentos adquiridos, vamos demonstrar a sua aplicabilidade com o uso do *Simulador de Impacto*, a qual foi desenvolvida mediante os seguintes objetivos:

### **1. Objetivo Principal**

Levar os estudantes a interagir com atividades práticas e correlacionar os conteúdos apresentados na teoria com a prática, e ao final traçar considerações consideráveis a respeito do conhecimento adquirido.

### **2. Objetivos Específicos**

- Visualizar os efeitos da colisão entre dois corpos;
- Analisar os efeitos das colisões em relação as características dos corpos envolvidos;
- Correlacionar as grandezas envolvidas e seus efeitos na ocorrência de uma colisão;

- Tecer considerações do que estas simulações podem representar em eventos da vida real.

Estas atividades que serão desenvolvidas foram desenvolvidas de acordo com as **Habilidades Específicas** que estão representada no caderno 2 do Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense:

- (EM13CNT301) – Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais, para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- (EM13CNT302) – Comunicar, a públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar de debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental, e/ou promovê-los.
- (EM13CNT303) – Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de texto como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando a construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

E mediante ao que foi exposto anteriormente, segue o Roteiro de Atividades proposta para o uso Simulador de Impacto como ferramenta de ensino-aprendizagem da Cinemática e da Dinâmica.

## **ROTEIRO DE ATIVIDADES**

### **APRESENTAÇÃO**

Esta aula prática foi planejada com o intuito de suprir aquela dúvida que nos acompanha na vida escola: “*onde é que eu vou utilizar todo este conhecimento na minha vida?*”, sendo que esta colocação é muito falada nas aulas de física.

Pois então, como estamos estudando o movimento e as suas consequências, é que com o uso de um Simulador de Impacto, vai ser possível reproduzir em laboratório os efeitos da colisão entre dois corpos, mediante a variação das massas e das velocidades envolvidas.

### **METODOLOGIA**

Como foi citado na apresentação, pretende-se estudar os efeitos que ocorrem mediante a variação das massas e das velocidades envolvidas, para isso deve-se proceder da seguinte forma:

- Formar equipes com 3 alunos;
- Escolher 3 alturas de lançamento do corpo de impacto;
- Calcular a velocidade no momento do impacto;
- Escolher 3 corpos de prova que serão submetidos aos impactos;
- Anotação dos eventos para a construção do relatório.

### **REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS**

Escolhidos os 3 tipos de corpos de prova e as 3 alturas de lançamento, para a realização dos ensaios, *cada* tipo de corpo de prova deverá passar pelos ensaios nas 3 alturas de lançamentos escolhidas.

### **RELATÓRIO DE AULA PRÁTICA**

O modelo de Relatório a ser entregue deve-se ser no formato de artigo científico conforme a NBR 6022, o qual é aceito na maioria das revistas especializadas.

Este tipo de produção compreende em:

- Título;

- Autores;
- Resumo;
- Introdução;
- Fundamentação teórica;
- Análise de resultados;
- Considerações finais;
- Referencias;
- Anexos.

Observação: Sendo que o relatório será entregue no formato de artigo, o mesmo será um texto corrido, sem a necessidade de página nova para um novo item, ou seja, deve-se continuar na mesma página a cada item novo.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 6022**. Disponível em: <<https://posticsenas.ufsc.br/files/2014/04/abntnbr6022.pdf>>. Acesso: Jun. 2022

EDUCAÇÃO, Secretaria do Estado. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense**/Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. 492 p.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: energia e transformações. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos**: ciências da natureza: matéria, energia e a vida. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos**: ciências da natureza: movimentos e equilíbrio na natureza. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

**APÊNDICE B**  
**LISTA DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS**



Disciplina: Física – Professor: Joel Rosso

**Data:**

**Turma:**

**Aluno:**

## ROTEIRO DE ATIVIDADES COM O USO DO SIMULADOR DE IMPACTO

Prezados(as) alunos(as), no decorrer deste ano letivo, na disciplina de Física, diversos assuntos já foram abordados, como podemos verificar na figura a seguir:

Figura 1: Linha do tempo – Conteúdos já ministrados na disciplina de Física



Fonte: O Autor

E como pode ser observado na figura 1, os assuntos estão entrelaçados uns com os outros, onde o que foi aprendido em um tópico pode vir ser utilizado durante os estudos de outro, e com o intuito de buscar uma resposta para aquelas colocações habituais de sala de aula como “*onde é que eu vou usar isto na minha vida?*” ou “*para quê que eu estou estudando isso?*” é que vamos demonstrar que estes conhecimentos podem fazer parte do seu dia a dia e você não observar isso.

Agora, com base nos conhecimentos adquiridos, vamos demonstrar a sua aplicabilidade com o uso do *Simulador de Impacto*, a qual foi desenvolvida mediante os seguintes objetivos:

### 1. Objetivo Principal

Levar os estudantes a interagir com atividades práticas e correlacionar os conteúdos apresentados na teoria com a prática, e ao final traçar considerações consideráveis a respeito do conhecimento adquirido.

### 2. Objetivos Específicos

- Visualizar os efeitos da colisão entre dois corpos;
- Aprender a calcular as variáveis envolvidas na colisão de dois corpos;
- Correlacionar os conceitos de energia, força e trabalho em um evento;
- Analisar os efeitos das colisões em relação as características dos corpos envolvidos;



- Correlacionar as grandezas envolvidas e seus efeitos na ocorrência de uma colisão;
- Tecer considerações do que estas simulações podem representar em eventos da vida real.

Estas atividades que serão desenvolvidas foram desenvolvidas de acordo com as *Habilidades Específicas* que estão representada no caderno 2 do Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense:

- (EM13CNT301) – Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais, para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- (EM13CNT302) – Comunicar, a públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar de debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental, e/ou promovê-los.
- (EM13CNT303) – Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de texto como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando a construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

E mediante ao que foi exposto, segue o Roteiro de Atividades propostas.

## **Atividade nº 1: Demonstrações práticas de colisões com a utilização do Simulador de Impacto**

Tema/Assunto: Colisões

### 1. Objetivo:

Demonstrar os efeitos da colisão entre dois corpos.

### 2. Metodologia:

**1º momento:** Observe as imagens a seguir:

Figura 2: Colisão frontal entre um carro e uma moto.



Fonte: <https://www.canudosacontece.com/2019/noticia/198/>

Figura 3: Colisão frontal entre dois carros



Fonte: <https://reporterkadufontana.jor.br/2021/11/02/colisao-entre-dois-carros-deixa-feridos-e-interdita-mg-126-em-sjn/>

Figura 4: Colisão frontal entre um carro e um caminhão



Fonte: <https://www.lenoticias.com.br/noticia/2651/colisao-frontal-entre-carro-e-caminhao-na-sc-480>

Certamente você já deve ter presenciado imagens similares a apresentadas, então, neste momento gostaríamos que você desse a sua opinião em “*relação os efeitos gerados pelas colisões*” apresentadas nas figuras 1, 2 e 3.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Agora, como o uso do simulador de impacto vamos demonstrar como os efeitos destas colisões variando as massas e as velocidades.

## 2º momento: Atividades práticas com o Simulador de Impacto

Os ensaios que serão realizados no simulador terão o intuito de demonstrar os efeitos de uma colisão entre dois corpos (corpo de impacto e corpo de prova), isso com o objetivo de representar o que pode acontecer em uma colisão de dois corpos de diferentes massas.

Primeiramente deve-se escolher quais corpos de impacto e de prova que serão utilizados, bem como a altura que será realizado o lançamento vertical por queda livre.

Serão realizados 3 séries de ensaios, ou seja, é necessário, primeiramente, selecionar 3 tipos corpo de prova, 3 corpos de impactos e 3 alturas para realizar os ensaios.

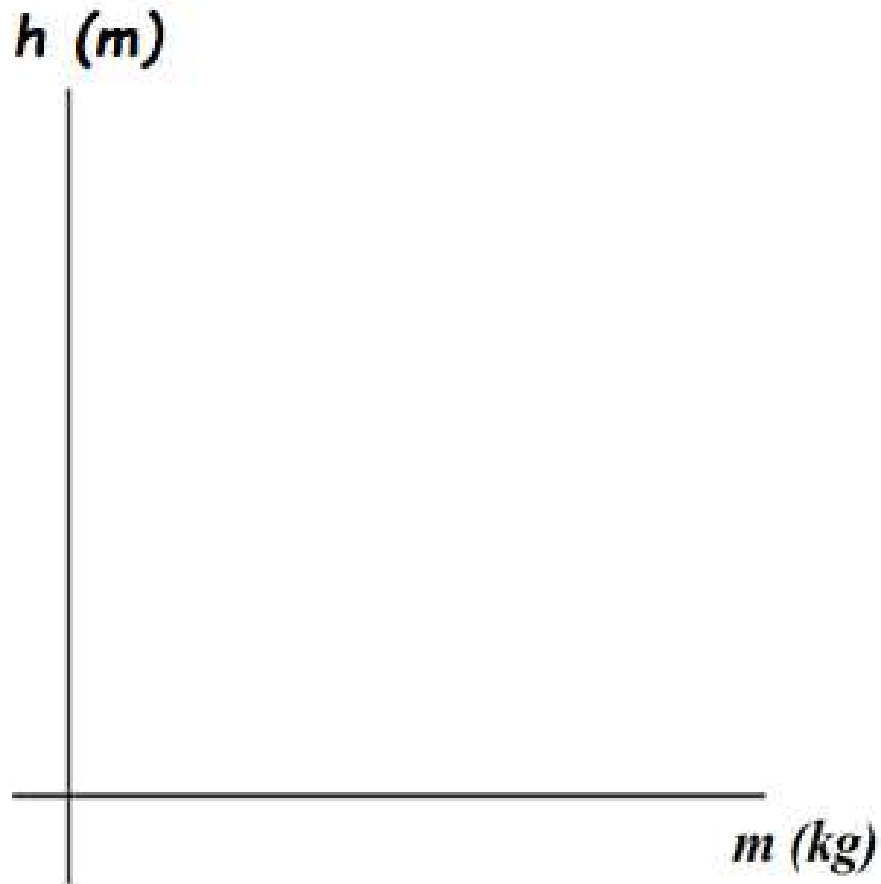
**Tabela 1: Seleção dos parâmetros para a realização dos testes de Impacto**

<i>Ensaio n° 1</i>		
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)
<i>Ensaio n° 2</i>		
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)
<i>Ensaio n° 3</i>		
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)

Fonte: O Autor

**3º momento:** Com os corpos de provas utilizados, construir um Pictográfico, relacionando a altura e a massa.

**Gráfico 1: Resultados dos ensaios do teste de Impacto**



Fonte: O Autor

## Atividade nº 2: Cálculo das variáveis envolvidas: Velocidade Final

Tema/Assunto: Lançamento Vertical e/ou Queda Livre

### 1. Objetivo:

Demonstrar a aplicabilidade da equação de Torricelli nos cálculos da velocidade final de um corpo em queda livre.

### 2. Metodologia:

**1º momento:** Após a realização dos ensaios com o Simulador de Impacto, para se tecer as considerações finais, torna-se necessário conhecer as variáveis envolvidas, sendo uma delas, a *velocidade*, e como o sistema envolvido é por queda livre, pode-se trabalhar com a Equação de Torricelli, sabendo que inicialmente encontra-se em repouso, e adotando a aceleração gravitacional de  $9,81 \text{ m/s}^2$ , definir a velocidade final começando pela altura de 0,1 m, a seguir, variar a altura em 0,1m até chegar a altura de 1,0 metro, lembrando que em Queda Livre,  $\Delta S = \Delta h$ .

Equação de Torricelli:  $v^2 = v_0^2 + 2g\Delta h$

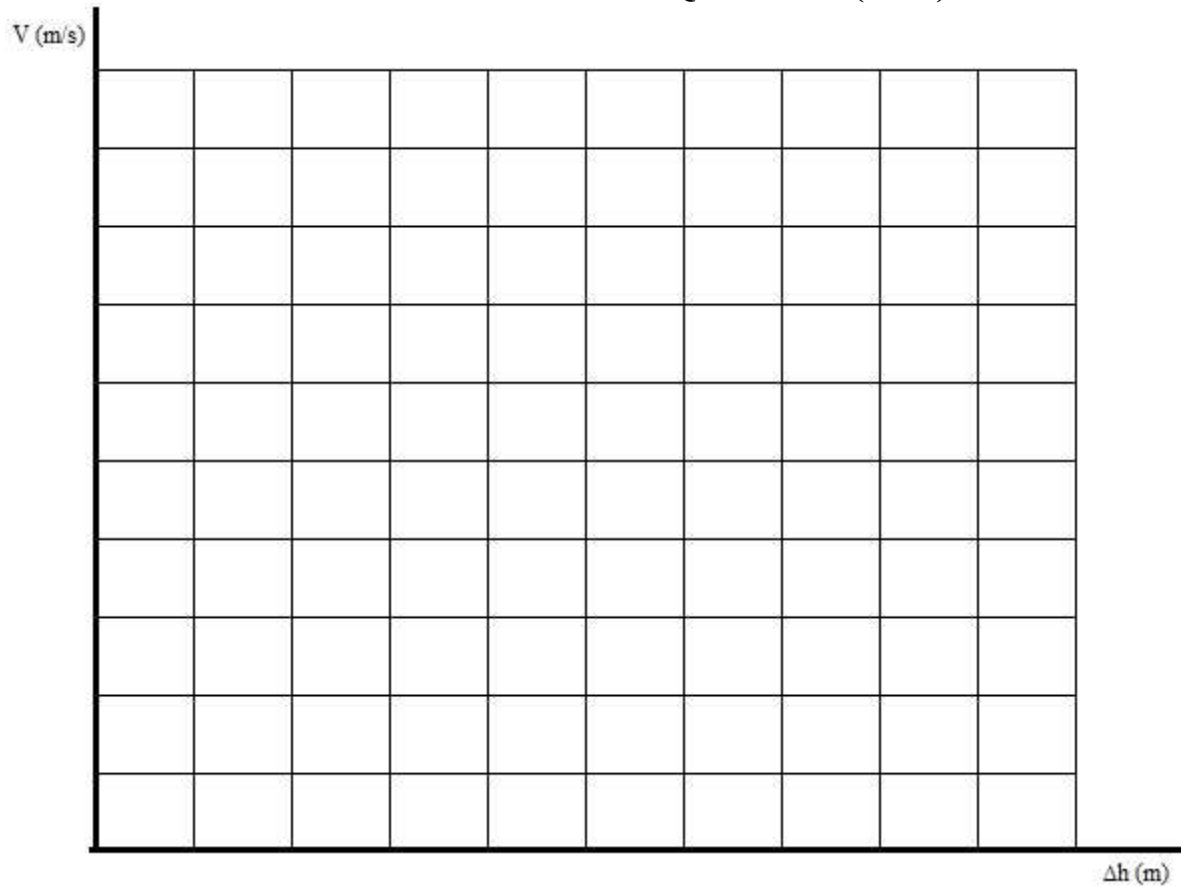
**Tabela 1: Cálculo da velocidade Final na Queda Livre**

$\Delta h$ (m)	$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta h$	V (m/s)
0,1		
0,2		
0,3		
0,4		
0,5		
0,6		
0,7		
0,8		
0,9		
1,0		

Fonte: O Autor

2º *momento*: Com os dados obtidos anteriormente, montar um gráfico, no plano cartesiano, da relação  $V \times \Delta h$

**Gráfico 2: Velocidade Final em Queda Livre ( $V \times h$ )**



Fonte: O Autor

### Atividade nº 3: Cálculo das variáveis envolvidas: Força-peso

Tema/Assunto: Cálculo da Força-Peso

#### 1. Objetivo:

Aplicar as definições do cálculo da Força-Peso de diferentes massas dos corpos de impacto.

#### 2. Metodologia:

Sabendo-se que o simulador foi desenvolvido nos princípios do Lançamento Vertical e/ou Queda Livre, torna-se de grande importância saber qual a força peso que é aplicada pelos referidos corpos de impacto, para isso usa-se a equação  $P = m \cdot g$ , onde  $P$  é a força-peso, em Newton,  $m$  a massa em quilogramas e  $g$  a gravidade, em  $m/s^2$ . Com a fórmula apresentada (usar  $g = 9,81 m/s^2$ ) e utilizando as massas dos diferentes corpos de impactos do simulador, primeiramente pede-se:

**1º Momento:** Calcular a Força-Peso gerada pelos corpos de impacto.

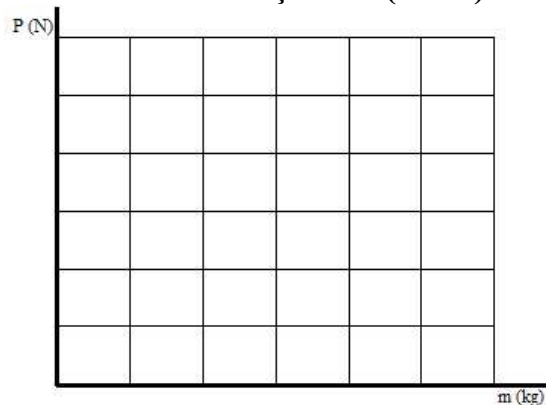
**Tabela 3: Cálculo do Peso dos Corpos de Prova**

m (kg)	$P = m \cdot g$ (Use $g = 9,81 m/s^2$ )	P (N)
0,1		
0,2		
0,3		
0,4		
0,5		

Fonte: O Autor

**2º Momento:** Com os dados coletados, construir um gráfico da relação  $P \times m$

**Gráfico 3: Força-Peso (P x m)**



Fonte: O Autor



## Atividade nº 4: Cálculo das variáveis envolvidas: Energia Cinética

Tema/Assunto: Energia Cinética

### 1. Objetivo:

Sabendo que na física, a energia cinética em um objeto é a energia que ele possui devido ao seu movimento. Isto é definido como o trabalho necessário para acelerar um corpo de massa em repouso para que este adquira velocidade

Verificar qual o valor da energia cinética gerada com a variação da velocidade e da massa do corpo de impacto

### 2. Metodologia:

Conforme a equação  $E_c = m \cdot v^2 / 2$ , calcular e tabelar os valores da energia cinética geradas com as possíveis velocidades que se pode obter no simulador.

**Figura 3: Tabela de Cálculo da Energia Cinética**

<b>Cálculo da Energia Cinética</b>						
<b><i>Corpo de Impacto de 0,3 kg</i></b>						
Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)		Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)
0,1				0,1		
0,1				0,1		
0,1				0,1		
0,1				0,1		
0,1				0,1		
<b><i>Para o Corpo de Impacto de 0,2 kg</i></b>						
Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)		Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)
0,2				0,2		
0,2				0,2		
0,2				0,2		
0,2				0,2		
0,2				0,2		

<b><i>Para o Corpo de Impacto de 0,3 kg</i></b>						
Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)		Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)
<b>0,3</b>				<b>0,3</b>		
<b>0,3</b>				<b>0,3</b>		
<b>0,3</b>				<b>0,3</b>		
<b>0,3</b>				<b>0,3</b>		
<b><i>Para o Corpo de Impacto de 0,4 kg</i></b>						
Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)		Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)
<b>0,4</b>				<b>0,4</b>		
<b>0,4</b>				<b>0,4</b>		
<b>0,4</b>				<b>0,4</b>		
<b>0,4</b>				<b>0,4</b>		
<b>0,4</b>				<b>0,4</b>		
<b><i>Para o Corpo de Impacto de 0,5 kg</i></b>						
Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)		Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia Cinética (J)
<b>0,5</b>				<b>0,5</b>		
<b>0,5</b>				<b>0,5</b>		
<b>0,5</b>				<b>0,5</b>		
<b>0,5</b>				<b>0,5</b>		
<b>0,5</b>				<b>0,5</b>		

Fonte: O Autor

## Atividade n° 5: Cálculo das variáveis envolvidas: Energia Potencial Gravitacional

Tema/Assunto: Energia Potencial Gravitacional

### 1. Objetivo:

Verificar qual o valor da energia aplicada mediante a variação da altura e do corpo de impacto

### 2. Metodologia:

Sendo a equação  $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$ , e adotando  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , calcular e tabelar os valores da energia potencial gravitacional gerado em determinadas alturas e com determinadas massas.

**Tabela 5: Tabela dos valores da Energia Potencial Gravitacional, em Joule (J)**

Cálculo da Energia Potencial Gravitacional					
massa m, em kg →	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Altura h, em m ↓					
0,1					
0,2					
0,4					
0,5,					
0,6					
0,7					
0,8					
0,9					
1,0					

Fonte: O Autor

## Atividade nº 6: Cálculo das variáveis envolvidas: Conservação da Energia Mecânica

Tema/Assunto: Teste de Impacto

### 1. Objetivo:

Sabendo-se que a “*a conservação da energia mecânica é um princípio da Física que garante que, na ausência de forças dissipativas, como o atrito, a quantidade total de energia de um sistema nunca se altera*” e que “*a conservação da energia mecânica é a soma da energia cinética com as energias potenciais envolvidas*”, então pode-se afirmar que as mesmas estão presentes em uma colisão entre dois corpos.

### 2. Metodologia:

Com os dados trabalhos na tabela 4 (Energia Cinética) e da tabela 5 (Energia Potencial Gravitacional) calcule o valor da Energia Mecânica envolvida.

\* Observação: Para a realização dos cálculos, escolha os valores da Energia Cinética e Energia Potencial Gravitacional referentes a *apenas* 1 (um) corpo de Impacto.

**Tabela 6: Tabela dos valores da Energia Mecânica, em Joule (J)**

Cálculo da Energia Mecânica			
Energia Cinética $E_C$	Energia Potencial Gravitacional – $E_{PG}$	$E_M = E_C + E_{PG}$	Energia Mecânica

Fonte: O Autor

## Atividade nº 7: Traçando as Considerações Finais

Tema/Assunto: Teste de Impacto

### 1. Objetivo:

Baseando nas definições que a “*Aprendizagem Significativa ocorre quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios, em uma situação relevante para o estudante, proposta pelo professor*” (MEC, 2022), construir as considerações finais sobre as atividades desenvolvidas.

### 2. Metodologia:

As atividades dispostas serão realizadas em 3 (três) momentos:

**1º momento:** Individual ou Coletivo – Na(s) sua(s) opinião(ões), você imaginava que em uma colisão entre dois veículos haveria tantos tipos de energia envolvidos?

---

---

---

---

---

---

---

---

**2º Momento:** Individual: Solicitar que os alunos façam as considerações finais tendo como tema norteador:

“O que um **“ser humano”** pode sofrer em uma colisão, tipo um acidente automobilístico”.

---

---

---

---

---

---

---

---

**3º Momento:** Individual – Solicitar aos alunos participantes que deem a sua opinião do que acharam as dinâmicas desenvolvidas com o uso do simulador

---

---

---

---

---

---

---

---

## REFERÊNCIAS

EDUCAÇÃO, Secretaria do Estado. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense**/Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. 492 p.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista:** ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista:** ciências da natureza e suas tecnologias: energia e transformações. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos:** ciências da natureza: matéria, energia e a vida. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos:** ciências da natureza: movimentos e equilíbrio na natureza. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

**APÊNDICE C**  
**DESENVOLVIMENTO DA OPINIÃO PRÓPRIA**



Disciplina: Física – Professor: Joel Rosso

**Data:**

**Turma:**

**Aluno:**

## **ROTEIRO DE ATIVIDADES COM O USO DO SIMULADOR DE IMPACTO**

Prezados(as) alunos(as): provavelmente você já deve ter feito, em alguma disciplina, uma destas colocações: “onde é que eu vou usar isto na minha vida?” ou “para quê que eu estou estudando isso?”, e partindo dos conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (1918-2008) em 1963, na obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Para Moreira, Masini (1982), onde ela cita que:

***“Aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”.***

Agora, com base nos conhecimentos adquiridos nos estudos realizados até o momento na disciplina de Física, dispostos na imagem a seguir:

Figura 1: Linha do tempo – Conteúdos já ministrados na disciplina de Física



Fonte: O Autor

é que vamos demonstrar a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos com o uso do *Simulador de Impacto*, o qual foi desenvolvido para suprir os seguintes objetivos:

### **3. Objetivo Principal**

Levar os estudantes a interagir situações do cotidiano com atividades práticas em sala de aula e correlacioná-las com os conteúdos ministrados em sala de aula, para que ao final, o estudante possa traçar considerações/opiniões a respeito do conhecimento adquirido.



#### 4. Objetivos Específicos

- Visualizar os efeitos da colisão entre dois corpos;
- Entender como as variáveis estão diretamente ligadas aos efeitos gerados por uma colisão;
- Analisar os efeitos das colisões em relação as características dos corpos envolvidos;
- Correlacionar as grandezas envolvidas e seus efeitos na ocorrência de uma colisão;
- Tecer considerações do que estas simulações podem representar em eventos da vida real.

Para seu conhecimento, também, estas atividades que serão desenvolvidas foram desenvolvidas de acordo com as **Habilidades Específicas** que estão representada no caderno 2 do Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense:

- (EM13CNT301) – Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais, para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- (EM13CNT302) – Comunicar, a públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar de debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental, e/ou promovê-los.
- (EM13CNT303) – Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de texto como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando a construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

E mediante ao que foi exposto, segue o Roteiro de Atividades propostas, sendo que as mesmas estão divididas em três (03) momento:

- *O Formação de Opinião* antes da Prática Experimental;
- Execução da Prática Experimental;
- *A Reformulação da Opinião* depois da Prática Experimental.

### **1º Momento: O FORMAÇÃO DE OPINIÃO ANTES DA PRÁTICA EXPERIMENTAL**

Tema/Assunto: **ANÁLISE DOS EFEITOS DE UMA COLISÃO ENTRE DOIS CORPOS**

#### 1. Objetivo:

Verificar a opinião dos participantes mediante a visualização de imagens envolvendo a colisão entre dois corpos, mais especificamente entre veículos automotores.

#### 2. Procedimento: Primeiramente observe atentamente as imagens a seguir:

Figura 1: Colisão frontal entre um carro e uma moto.



Fonte: <https://www.canudosacontece.com/2019/noticia/198/>

Figura 2: Colisão frontal entre dois carros



Fonte: <https://reporterkadufontana.jor.br/2021/11/02/colisao-entre-dois-carros-deixa-feridos-e-interdita-mg-126-em-sjn/>

Figura 3: Colisão frontal entre um carro e um caminhão



## 2º Momento: EXECUÇÃO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL

### Tema/Assunto: SIMULAÇÕES DE COLISÕES ENTRE DOIS CORPOS COM O USO DO SIMULADOR DE IMPACTO

#### 1. Objetivo:

Demonstrar os efeitos da colisão entre dois corpos com a alteração das variáveis envolvidas (massa, velocidade e resistência)

#### 2. Procedimento: Atividades práticas com o Simulador de Impacto

Os ensaios que serão realizados no simulador terão o intuito de demonstrar os efeitos de uma colisão entre dois corpos (corpo de impacto e corpo de prova), isso com o objetivo de representar o que pode acontecer em uma colisão de dois corpos de diferentes massas.

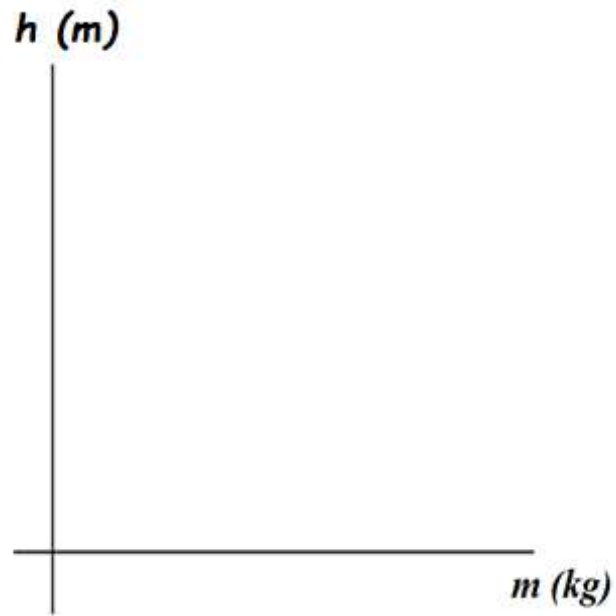
Na primeira parte do experimento, deve-se escolher quais corpos de impacto e quais corpos de prova que serão utilizados e quais as alturas que os lançamentos serão realizados. Observação: Serão realizados 3 séries de ensaios, onde em cada ensaio será utilizado 1 (um) tipo de corpo de prova, 1 (um) tipo de corpo de impacto e 3 alturas para de lançamento (3 velocidades).

**Tabela 1: Seleção dos parâmetros para a realização dos testes de Impacto**

<i>Ensaio n° 1</i>			
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)	Velocidade de Impacto (m/s)
<i>Ensaio n° 2</i>			
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)	Velocidade de Impacto (m/s)
<i>Ensaio n° 3</i>			
Corpo de Prova	Corpo de Impacto (kg)	Altura (m)	Velocidade de Impacto (m/s)

Agora, na segunda parte do experimento, com os corpos de provas utilizados, monte um Infográfico (gráfico com imagens), relacionando a altura e a massa envolvidas.

**Gráfico 1: Resultados dos ensaios do teste de Impacto**



Fonte: O Autor



### 3º Momento: A *REFORMULAÇÃO DA OPINIÃO* DEPOIS DA PRÁTICA EXPERIMENTAL

Tema/Assunto: *REANÁLISE DOS EFEITOS DE UMA COLISÃO ENTRE DOIS CORPOS*

#### 1. Objetivo:

Reavaliar as opiniões sobre os efeitos da colisão entre dois corpos, mais especificamente entre veículos automotores.

#### 2. Procedimento: Refaça a observe destas imagens a seguir:

Figura 4: Colisão frontal entre um carro e uma moto.



Fonte: <https://www.canudosacontece.com/2019/noticia/198/>

Figura 5: Colisão frontal entre dois carros



Fonte: <https://reporterkadufontana.jor.br/2021/11/02/colisao-entre-dois-carros-deixa-feridos-e-interdita-mg-126-em-sjn/>

Figura 6: Colisão frontal entre um carro e um caminhão



Fonte: <https://www.lenoticias.com.br/noticia/2651/colisao-frontal-entre-carro-e-caminhao-na-sc-480>





#### 4º Momento: Traçando as Considerações Finais

Tema/Assunto: **TESTE DE IMPACTO**

##### 1. Objetivo:

Baseando nas definições que a “*Aprendizagem Significativa ocorre quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios, em uma situação relevante para o estudante, proposta pelo professor*” (MEC, 2022), construir as considerações finais sobre as atividades desenvolvidas.

##### 2. Metodologia:

As atividades dispostas serão realizadas em 3 (três) situações, que podem ser realizadas individualmente ou em grupos.

**1º Situação:** Você já havia parado para pensar nos efeitos gerados em uma colisão de veículos e como isso pode ser analisado nos estudos da Física?

---

---

---

---

---

**2º Situação:** Quais seriam as suas considerações a respeito da seguinte indagação:

“*O que um “ser humano” pode sofrer em uma colisão, tipo um acidente automobilístico*”.

---

---

---

---

---

**3º Situação:** Por fim, o que você achou das aulas com o uso do simulador

---

---

---

---

---

## REFERÊNCIAS

EDUCAÇÃO, Secretaria do Estado. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense**/Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. 492 p.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

FUKUI, Ana; et al. **Ser protagonista**: ciências da natureza e suas tecnologias: energia e transformações. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos**: ciências da natureza: matéria, energia e a vida. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell'; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos**: ciências da natureza: movimentos e equilíbrio na natureza. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.